



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Escola Superior d'Agricultura de Barcelona

COMPORTAMENT DE VARIETATS TRADICIONALS I MILLORADES D'ENCIAM (*Lactuca sativa* L.) EN CONDICIONS D'AGRICULTURA ECOLÒGICA

Treball final de grau
Enginyeria de Sistemes Biològics

Autor: Albert Jo Juanola

Tutor: Joan Casals Missio

20 / desembre / 2017

Resum

Aquest projecte sorgeix degut a la importància del cultiu d'enciam a Catalunya, el qual ocupa la tercera posició respecte a la superfície destinada al conreu d'hortalisses. Però, els agricultors ecològics s'enfronten a una sèrie de problemàtiques a l'hora de conrear enciams ecològics en el cicle d'hivern a Catalunya, principalment causades pel fred i l'aparició de plagues i malalties (míldiu i pugó). L'objectiu principal del projecte és generar coneixement sobre les característiques agromorfològiques d'una col·lecció de varietats tradicionals i millorades d'enciam i la seva adaptació en condicions de producció ecològica durant el cicle de cultiu d'hivern a Catalunya. Les dades han de permetre seleccionar les millors varietats pel seu comportament agronòmic i resistència a malalties. La col·lecció de varietats consta de 32 genotips (16 tradicionals i 16 millorats) pertanyents als tipus varietals Llengua de bou, Llarg, Trocader, Maravilla i Fulla de Roure Vermell. Els materials es van plantar en dues localitats: finca Rafa Mora (La Múnia, Alt Penedès) i finca la Vall (Benifallet, Baix Ebre). Dins de cada localitat, es va emprar un disseny experimental de blocs a l'atzar, amb 3 blocs i 27 plantes per parcel·la experimental. Per tal de caracteritzar el comportament agronòmic es van fer tres collites consecutives, fenotipant 12 plantes per varietat pel pes brut, pes net i incidència de *B. Lactucae* i *N. Ribisnigri* (en una escala qualitativa de 0-baixa incidència a 3-alta incidència). Alhora es van estudiar 191 descriptors morfològics en cada genotip. Els resultats mostren que el 29% dels descriptors morfològics estudiats no són presents en ninguna varietat i que no existeix cap marcador morfològic que permeti diferenciar tipus varietals o entre materials tradicionals i millorats. Mitjançant un *Hierarchical cluster mapping* es van classificar les varietats en 5 tipus varietals diferents, assolint una millor classificació de les varietats tradicionals. Respecte la caracterització agronòmica entre genotips, el genotip Negre de Reus és el que presenta un pes brut i net més elevat. La varietat Rivero és la que presenta una incidència de míldiu més elevada i la varietat Horix és la varietat menys afectada per aquesta malaltia. Finalment, les temperatures baixes podrien ser un dels factors responsables de la menor producció de biomassa a la localitat de La Múnia.



Resumen

Este proyecto nace de la importancia que tiene en Catalunya el cultivo de la lechuga, el cual ocupa la tercera posición dentro de la superficie total dedicada al cultivo de hortalizas. Los agricultores ecológicos en Catalunya se enfrentan a una serie de adversidades en el cultivo de ciclo de invierno, causadas principalmente por el frío y la aparición de plagas y enfermedades (mildiu y pulgón). El objetivo principal de este proyecto es generar conocimiento respecto a las características morfológicas de una colección de variedades tradicionales y mejoradas de lechugas, y su adaptación a las condiciones de producción ecológica durante el ciclo de cultivo de invierno en Catalunya. Los resultados han de permitir escoger las mejores variedades desde el punto de vista de su comportamiento agronómico y resistencia a enfermedades. La colección de variedades consta de 32 genotipos (16 de tradicionales y 16 mejorados), que pertenecen a las variedades de: Llengua de Bou, Llarg, Trocader, Maravilla y Fulla de Roure Vermell. Los materiales se plantaron en dos localidades: finca Rafa Mora (La Múnia, Alt Penedés) i finca La Val (Benifallet, Baix Ebre). Dentro de cada localidad se empleó un sistema de diseño experimental de bloques al azar, con 3 bloques y 27 plantas por cada parcela. Con el objetivo de caracterizar el comportamiento agronómico se hicieron 3 cosechas consecutivas, fenotipando 12 plantas por variedad por el peso bruto, peso neto e incidencia de *B.Lactucae* y *N.Ribisnigri*. Al mismo tiempo se estudiaron 191 descriptores morfológicos para cada genotipo. Los resultados obtenidos muestran que el 29% de estos no estaban presentes en ninguna variedad, y que no existe ningún marcador morfológico que permita diferenciar entre tipos varietales o entre materiales tradicionales y mejorados. Mediante un *Hierarchical cluster mapping* se clasificaron las variedades en 5 tipos varietales diferentes, consiguiendo una mejor clasificación de las variedades tradicionales. Respecto a la caracterización agronómica entre genotipos, el genotipo Negre de Reus es el que presenta un peso bruto y neto más elevado. La variedad Rivero es la que presenta una incidencia de mildiu más elevada, y la variedad Horix es la menos afectada por esta enfermedad. Finalmente, las temperaturas bajas podrían ser uno de los factores responsables de la menor producción de biomasa en la localidad de La Múnia.

Abstract

This project arises due to the importance of the cultivation of lettuce in Catalonia, which occupies the third position of the surface used for the cultivation of vegetables. However, organic farmers face some problems when it comes to cultivating organic lettuce in the winter cycle in Catalonia, mainly caused by the cold and the appearance of pests and diseases (mildew and lettuce aphid). The main objective of the project is to generate knowledge about the agromorphological characteristics of a collection of traditional and improved varieties of lettuce and its adaptation in conditions of organic production during the winter crop cycle in Catalonia. The data must allow selecting the best varieties for their agronomic behaviour and resistance to diseases. The collection of varieties consists of 32 genotypes (16 traditional and 16 improved) belonging to the varietal types Llengua de Bou, Trocader, Maravilla and Fulla de Roure Vermell. The materials were planted in two locations: Rafa Mora (La Múnia, Alt Penedès) and La Vall (Benifallet, Baix Ebre). Within each location, experimental random block design was used, with 3 blocks and 27 plants per experimental. In order to characterize agronomic behaviour, there were three consecutive harvests, phenotyping 12 plants per variety for the gross weight, net weight and incidence of *B. Lactucae* and *N. Ribisnigri* (on a qualitative scale of 0-low incidence to 3-high incidence). At the same time, 191 morphological descriptors were studied in each genotype. The results show that 29% of the morphological descriptors studied are not present in any variety and that there is no morphological marker that allows differentiation between varietal types or between traditional and improved materials. By means of a Hierarchical cluster mapping the varieties were classified in 5 different varietal types, obtaining a better classification of the traditional varieties. Regarding the agronomic characterization between genotypes, the Negre de Reus genotype is the one with the highest gross and net weight. The Rivero variety is the one with the highest mildew effect and the Horix variety is the less affected for this disease. Finally, low temperatures could be one of the factors responsible for the lower production of biomass in La Múnia



Sumari

Resum.....	1
Resumen.....	2
Abstract	3
Sumari	4
Índex de figures i taules	6
Introducció	8
1.1. Producció ecològica.....	8
1.2. Producció ecològica d'enciams a Catalunya	10
1.3. Problemàtiques del cultiu d'enciam en el cicle d'hivern	12
1.3.1. Resistència al fred	12
1.3.2. Míldiu	13
1.3.3. Pugó.....	14
1.4. Varietats resistents a plagues i malalties	15
1.5. Varietats tradicionals d'enciam a Catalunya	17
1.6. Projecte global i la meva aportació.....	17
2. Objectius	19
3. Material i mètodes	20
3.1. Material vegetal	20
3.2. Disseny experimental	22
3.3. Caracterització agronòmica.....	23
3.3.1. Comportament agronòmic.....	23
3.3.2. Descriptors qualitatis	24
3.4. Anàlisi estadística	26
4. Resultats i discussió.....	27

4.1.	Caracterització morfològica de la col·lecció de germoplasma.....	27
4.2.	Identificació de marcadors morfològics de tipus varietal, origen o genotip	30
4.3.	Classificació de les varietats a partir dels descriptors.....	32
4.4.	Caracterització agronòmica.....	39
4.4.1.	Significació dels factors	39
4.4.2.	Diferències entre genotips	40
4.4.3.	Diferències entre localitats	44
Conclusions		50
Bibliografia:		52
Annex		53



Índex de figures i taules

Taula 1-1. Percentatge de sòl agrícola de cada país europeu calculat a partir de la superfície productiva destinada a ecològic de cada un dels països i dividit per la superfície agrícola total de cada un d'ells. (IFOAM, 2017)	9
Taula 1-2. Superfície agrícola ecològica a Espanya i Catalunya entre els anys 2006-2016. (MAPAMA, 2017).....	10
Taula 1-3. Superfície d'enciam ecològic cultivat en cada una de les comunitats autònomes i percentatge d'enciam ecològic cultivat de cada comunitat autònoma respecte el total cultivat al territori espanyol (MAPAMA, 2017).....	11
Figura 1-1. Miceli vegetatiu de color blanc, comunament anomenat esporulació. És produït per la infestació de <i>Bremia Lactucae</i> en l'hoste <i>Lactuca sativa</i>	13
Taula 3-1. Relació de genotips estudiats a l'assaig.	21
Taula 4-1. Descriptors morfològics no observats a la col·lecció de germoplasma.	27
Taula 4-2. Percentatge del total de varietats de l'assaig que presenten els descriptors morfològics més repetits.....	29
Taula 4-3. Descriptors morfològics amb major capacitat discriminant entre tipus varietals: percentatge de genotips, segons tipus varietal, amb presència de cada descriptor.....	30
Taula 4-4. Marcadors morfològics que es van trobar només en una varietat concreta.....	32
Figura 4-1. <i>Hierarchical cluster map</i> elaborat a partir dels descriptors morfològics. Cada color representa un tipus varietal diferent.	33
Figura 4-2. Fotografies preses in situ dels enciams del grup format pel <i>Hierarchical cluster map</i> . D'esquerra a dreta i de dalt a baix: Conuai, Rutilai, Horix, Mathix, Camarde, Navara, Rivero i 60/387.	34
Figura 4-3. Fotografies preses in situ dels enciams del subgrup format pel <i>Hierarchical cluster map</i> . D'esquerra a dreta i de dalt a baix: Negre de Vilafranca, FMA 252, 386/935, FMA 253, Negre de Reus, Carxofet, FMA 5, Cua d'oreneta.	35
Figura 4-4. Fotografies preses in situ dels enciams del subgrup format pel <i>Hierarchical cluster map</i> . D'esquerra a dreta i de dalt a baix: Carmen, FMA 112, Novelsky, Arena, Magenta i Meravella d'Hivern.....	36

Figura 4-5. Fotografies preses in situ dels enciams del subgrup format pel *Hierarchical cluster map*. D'esquerra a dreta i de dalt a baix: Janique, Abago, Pomery, FMA 134, 219/855, FMA 87.

..... 37

Figura 4-6. Fotografies preses in situ dels enciams del subgrup format pel *Hierarchical cluster map*. D'esquerra a dreta i de dalt a baix: Amboise, FMA 113, Kiari, FMA 99. 38

Taula 4-5. Significació dels factors de totes les variables estudiades en l'experiment. *** $p < 0,001$.

** $p < 0,01$. * $p < 0,05$ 39

Taula 4-6. Mitjanes de les variables pes brut, pes net i relació pes net / pes brut per cada una de les varietats de l'estudi. Separació de mitjanes pel procediment de *Tukey* (dins de cada columna, lletres diferents indiquen diferències significatives) 41

Taula 4- 7. Mitjanes per varietat de les variables incidència de míldiu, míldiu amb esporulació, percentatge d'enciams comercials i incidència de pugó. Separació de mitjanes pel procediment de *Tukey* (dins de cada columna, lletres diferents indiquen diferències significatives). 43

Taula 4-8. Mitjanes per localitat de les variables pes brut, pes net, pes net / pes brut i incidència de míldiu. Separació de mitjanes pel procediment de *Tukey* (dins de cada columna, lletres diferents indiquen diferències significatives) 44

Taula 4-9. Mitjanes per localitat de les variables míldiu amb esporulació, enciams comercials i incidència de pugó. Separació de mitjanes pel procediment de *Tukey* (dins de cada columna, lletres diferents indiquen diferències significatives) 45

Figura 4-7. Evolució de les temperatures màximes a les localitats Benifallet i La Múnia durant els mesos de novembre 2016 a febrer 2017 (AEMET, 2018). 46

Figura 4-8. Evolució de les temperatures mínimes a les localitats Benifallet i La Múnia durant els mesos de novembre 2016 a febrer 2017. (AEMET, 2018 47

Taula 4-10. Evolució de les temperatures mínimes a les localitats de Benifallet i La Múnia entre els dies 25 de desembre de 2016 i el 21 de gener de 2017. 49



1. Introducció

1.1 Producció ecològica

En referència a la llei 834/2007 (The Council of the European Union, 2007), la producció ecològica es defineix com un sistema general de gestió agrícola i producció d'aliments que combina les millors pràctiques ambientals, un elevat nivell de biodiversitat, la preservació de recursos naturals, l'aplicació de normes exigents sobre benestar animal i una producció conforme a les preferències de determinats consumidors per productes obtinguts a partir de substàncies i processos naturals. Així doncs, els mètodes de producció ecològics desenvolupen un paper social doble, aportant, per un cantó, productes ecològics a un mercat específic que contesta a la demanda dels consumidors i, per l'altre, béns públics que contribueixen a la protecció del medi ambient, al benestar animal i al desenvolupament rural.

A la Taula 1-1 podem veure com la mitjana europea del percentatge de la superfície productiva destinada a ecològic respecte al total de la superfície agrària és del 6,2%. Els països que lideren el percentatge són Liechtenstein (30,2%) i Àustria (21,3%). Espanya es troba per sobre la mitjana amb un valor del 7,9%.

Taula 1-1. Percentatge de sòl agrícola de cada país europeu calculat a partir de la superfície productiva destinada a ecològic de cada un dels països i dividit per la superfície agrícola total de cada un d'ells. (IFOAM, 2017)

<u>País</u>	Liechtenstein	Àustria	Suècia	Estònia	Suïssa	Letònia	Itàlia
<u>Sòl agrícola ecològic (%)</u>	30,2	21,3	16,9	16,3	13,1	12,8	11,7
<u>País</u>	República Txeca	Finlàndia	Eslovàquia	Eslovènia	Espanya	Lituània	Portugal
<u>Sòl agrícola ecològic (%)</u>	11,3	10	9,6	9,1	7,9	7,4	7,2
<u>País</u>	Alemanya	Dinamarca	Mitjana europea	Croàcia	Bèlgica	França	Grècia
<u>Sòl agrícola ecològic (%)</u>	6,5	6,3	6,2	5,7	5,2	5	5
<u>País</u>	Noruega	Xipre	Bulgària	Polònia	Luxemburg	Regne Unit	Països Baixos
<u>Sòl agrícola ecològic (%)</u>	4,4	4,3	3,9	3,8	3,2	2,9	2,5
<u>País</u>	Hongria	Romania	Irlanda	Montenegro	Turquia	Islàndia	Sèrbia
<u>Sòl agrícola ecològic (%)</u>	2,4	1,8	1,8	1,4	1,3	0,5	0,4
<u>País</u>	Malta	Antiga República Iugoslava de Macedònia			Albània, Kosovo, Bòsnia i Hercegovina		
<u>Sòl agrícola ecològic (%)</u>	0,3	0,2			0		

Espanya ha duplicat la quantitat de superfície agrària dedicada a ecològic en els últims 10 anys. Com podem observar a la Taula 1-2, ha passat d' 1 milió d'hectàrees conreades a 2 milions. En el cas de Catalunya la superfície agrària dedicada a ecològic s'ha triplicat en els últims 10 anys.

Taula 1-2. Superfície agrícola ecològica a Espanya i Catalunya entre els anys 2006-2016.
(MAPAMA, 2017)

<u>Any</u>	<u>Espanya (ha · 10⁶)</u>	<u>Catalunya (ha · 10⁶)</u>
2006	0,926	0,0554
2007	0,988	0,0601
2008	1,32	0,0623
2009	1,60	0,0717
2010	1,65	0,0835
2011	1,85	0,0924
2012	1,81	0,0774
2013	1,66	0,0919
2014	1,71	0,106
2015	1,97	0,142
2016	2,02	0,172

1.2. Producció ecològica d'enciams a Catalunya

L'agricultura ecològica és un sector en augment degut a l'actual creixement de consciència social en front els impactes que genera l'agricultura en el medi ambient. En aquest sector l'enciam és un cultiu important, el qual es troba en tercer lloc respecte a superfície destinada al cultiu d'espècies hortícoles, referent a agricultura ecològica més no ecològica, a Catalunya (DARP, 2015). A més a més és una hortalissa amb molt bona adaptació als condicionants d'estrès abiòtic (FMA et al., 2017) i per tant a l'agricultura ecològica. Tot i aquesta rellevància econòmica, no es pot dir que s'hagin fet esforços importants d'investigació en aquest cultiu, un fet que provoca una situació de manca d'informacions tècniques per part dels agricultors ecològics. A la Taula 1-3 es pot veure com Catalunya juntament amb Extremadura són les comunitats autònomes espanyoles que menys han apostat per la producció ecològica d'enciam.

Taula 1-3. Superfície d'enciam ecològic cultivat en cada una de les comunitats autònomes i percentatge d'enciam ecològic cultivat de cada comunitat autònoma respecte el total cultivat al territori espanyol (MAPAMA, 2017).

<u>Comunitat autònoma</u>	<u>Superfície d'enciam ecològic cultivat (ha)</u>	<u>%</u>
Andalusia	96,7	12,6
Aragó	2,10	0,3
Astúries	0,865	0,1
Balears	0,970	0,1
Canaries	0,410	0,1
Cantabria	0,400	0,1
Castella-la-Manxa	27,0	3,5
Castella i Lleó	0,200	0,03
Catalunya	0	0
Extremadura	0	0
Galícia	22,1	2,9
Madrid	0,678	0,1
Múrcia	555	72,4
Navarra	1,34	0,2
La Rioja	0,746	0,1
País Basc	39,7	5,2
Comunitat Valenciana	17,9	2,3

Una de les principals característiques de les explotacions ecològiques d'enciams és l'aparició constant en el mercat de noves varietats. Això és degut, principalment, a l'herència de la resistència a míldiu en aquesta espècie, la qual segueix un model d'interacció gen a gen entre els gens de resistència de l'enciam i de virulència del paràsit *Bremia lactucae* (Cubero, 2000). Això fa que el paràsit evolucioni constantment, de forma que es va trencant la resistència que tenien les varietats d'enciam enfront el patògen. En aquest context, les cases de llavors desenvolupen noves varietats de forma molt ràpida. La constant renovació del catàleg de varietats comercials, fa que els agricultors no tinguin informació actualitzada sobre el seu comportament agronòmic a les condicions agroclimàtiques de Catalunya, per la qual cosa la seva elecció sobre quin material vegetal cultivar es basa en les pròpies recomanacions de les cases de llavors.



A Catalunya es pot cultivar enciam tot l'any. Els dos principals cicles de cultiu són l'enciam d'hivern i l'enciam d'estiu. L'enciam d'hivern es cultiva durant els mesos de setembre a febrer i creix millor a les zones temperades vora la costa. L'enciam d'estiu creix millor en zones d'interior i es cultiva durant els mesos de març a agost. El més important a l'hora de conrear enciams en el cicle d'estiu és una bona gestió del reg, doncs és l'eina que permet controlar l'espigat i la deshidratació, els dos principals problemes dels enciams conreats en aquest cicle.

1.3. Problemàtiques del cultiu d'enciam en el cicle d'hivern

Quan cultivem a Catalunya ens enfrontem a tres problemes principals:

primer, les diferències existents entre les temperatures mitjanes de Catalunya i les temperatures òptimes del desenvolupament de l'enciam. Segon, un fong anomenat *Bremia lactucae* que produeix una malaltia anomenada mildiu. Per últim, un àfid anomenat *Nasonobia ribisnigri* causant del deteriorament de l'enciam i en alguns casos, fins i tot, la pèrdua de la collita sencera.

1.3.1. Resistència al fred

El principal problema del fred és la disminució del rendiment en les collites. En situacions extremes pot arribar a causar danys irreversibles en els enciams. Les condicions climatològiques de l'hivern a Catalunya són baixes temperatures i dies curts. Les plantes es poden classificar en tres grups segons la resistència al fred (FAO, 2010). Un primer grup on es troben les plantes més susceptibles a gelada, després plantes moderadament sensibles a gelada i per últim les plantes menys susceptibles. Dins el primer grup es troba l'enciam. Degut a que els enciams pertanyen al grup de més susceptibilitat als danys produïts pel fred es converteix en un punt molt important trobar les varietats més ben adaptades. El nostre objectiu principal en aquest aspecte és trobar varietats resistents al fred i que siguin capaces de créixer el màxim en condicions adverses. A partir dels -0,2°C (FAO, 2010) les plantes poden sofrir danys irreversibles en el creixement.

El que ens interessa més és trobar les varietats que presenten una millor adaptació a les temperatures baixes. Una de les principals adaptacions de les plantes a les temperatures fredes s'anomena enduriment. L'enduriment (FAO, 2010) és un sistema de defensa contra els danys per congelació que es produirà durant els mesos més freds, posteriorment, a l'exposar-se a un període d'escalfament, les plantes tornaran al seu estat normal. Aquest enduriment està

relacionat majoritàriament per l'augment del contingut de soluts en el teixit de les plantes, aturant el creixement.

D'aquesta manera, les plantes amb un valor comercial més elevat seran les que aguantin les temperatures fredes sense malmetre's i sense passar una etapa d'enduriment.

1.3.2. Míldiu

El míldiu és una malaltia causada per un paràsit anomenat *Bremia lactucae*. Aquest paràsit és un oomicet de la família Peronosporàcia que produeix infestació a través dels esporangis que generen oòspores. Aquestes oòspores s'observen a simple vista com un miceli vegetatiu de color blanc, comunament anomenat esporulació (Figura 1-5). Les oòspores serveixen com a forma de supervivència i com a inòcul inicial. A partir d'aquest instant, la infecció secundària es dona ràpidament a partir dels esporangis disseminats mitjançant l'aire.



Figura 1-1. Miceli vegetatiu de color blanc, comunament anomenat esporulació. És produït per la infestació de *Bremia Lactucae* en l'hoste *Lactuca sativa*.

1.3.3. Pugó

Els pugons constitueixen un grup de petits insectes (Andorno *et al.*, 2014) de llargada aproximada de 1 a 4 mm que ocupen un lloc molt destacat entre les plagues principals d'una quantitat molt gran de diferents cultius.

En el cas concret del nostre projecte ens centrarem en el control del pugó *Nasonovia ribisnigri* que és el que causa més danys en els cultius d'enciam. Aquesta espècie presenta unes potes posteriors molt llargues i estretes, presenta un color virant del negre al verd, amb una fila de curtes taques transversals a cada costat de l'abdominal.

Es classifiquen els problemes que causen en dos (Andorno *et al.*, 2014):

- problemes directes: succionen els sucus vegetals, originant un debilitament de la planta. Aquest fet provoca que s'aturi el creixement. En el pitjor dels casos la planta pot arribar a assecar-se impossibilitant la comercialització d'aquesta.
- problemes indirectes:
 - reducció de la taxa fotosintètica dels enciams degut als excrements que dipositen els pugons. Directament no causen cap dany, però sí que provoquen un ràpid desenvolupament de fongs que s'alimenten de l'excés de sucre dels excrements dels pugons. Posteriorment, aquests fongs creen una patologia anomenada fumagina que redueix l'àrea fotosintètica de les plantes i per tant també es veu reduïda la taxa fotosintètica. D'aquesta manera, la deposició dels excrements dels pugons produeix la disminució del valor comercial de l'enciam.
 - Són vectors de virus fitopatògens com el Necrotic Yellow Virus (NYV) i el Lettuce Mosaic Virus (LMV) (McCreight, 2008).

Alhora de combatre biològicament aquesta plaga, es poden utilitzar sírfids dels gèneres *Allograpta* i *Platycheirus* (INIA, 2016). Aquests sírfids són uns dels principals enemics naturals dels pugons. Apareixen de forma espontània a la primavera, en aquells cultius de l'enciam que no han tingut tractaments químics. També s'ha registrat la presència de parasitoides del gènere *Lysiphlebus* parasitant nimfes del pugó. Per tal de fomentar el control biològic del pugó, es recomana afavorir la presència d'espècies florals pels voltants del cultiu. D'aquesta manera, es facilita l'obtenció d'aliments dels enemics naturals dels pugons com adults del gènere *Syrphidae*.

També s'ha investigat en laboratori sobre la possibilitat d'utilitzar tres petites vespes parasitoides (comercialment disponibles) contra el pugó (Entomology today, 2014). Un dels parasitoides amb nom científic *Aphenilus abdominalis* ha estat efectiu com a control d'agent biològic. La mortalitat total causada per *Aphenilus abdominalis* en un període d'exposició de només 24 hores ha estat d'un 51% . Tot i això, es necessita investigar més per veure si es podrien plasmar els resultats del laboratori en el camp. A més, altres autors afirmen que l'enciam seguirà perdent valor comercial a ulls dels consumidors si s'afavoreix l'aparició d'espècies enemigues per combatre la plaga (Arend, 2003).

1.4. Varietats resistents a plagues i malalties

L'estudi de la resistència en les diferents varietats de plantes no es pot fer com en qualsevol cas de caràcter mendelià. En l'estabilitat de la resistència intervenen l'hoste i el paràsit amb diferents interaccions entre ells. A més, s'exerceix una acció ambiental sobre cada un d'aquests dos i sobre aquesta interacció. Per tant, l'aparició o l'absència de la malaltia en el temps depèn del triangle hoste-paràsit-ambient.

La resistència es classifica de quatre formes diferents atenent un doble punt de vista: el tipus de reacció i la naturalesa d'aquesta reacció (Cubero, 2000):

- Mecanismes estàtics estructurals: presència anterior a l'atac de capes protectores, control de l'apertura d'estomes, etc.
- Mecanismes estàtics bioquímics: compostos químics ja existents, com els fenols presents en les cèl·lules d'alguns teixits.
- Mecanismes dinàmics estructurals: formació, després de l'atac, de capes cicatricials, de capes d'abscisió, formació de tilosa, deposició de goma, etc.
- Mecanismes dinàmics bioquímics: inhibidors bioquímics com fenols, fitoalexines, eliminació de toxines de patògen, alteració de la taxa de respiració, etc.

El mildiu és una malaltia que segueix una interacció gen a gen en relació a la seva patogenicitat sobre les varietats d'enciam. Això significa que és deguda a gens majors i no a sistemes poligènics (Crute et al., 1976). Diferents varietats que tenen resistència poligènica davant d'un cert paràsit es diferencien entre si no en respostes de tot o res, com ho solen fer els sistemes monogènics, sinó en graus relatius de resistència. La resistència monogènica per tant, dona una certa idea de



salts, de verticalitat, i la poligènica d'estabilitat, d'horitzontalitat, i és així com la majoria d'autors les anomenen: resistència vertical i horitzontal. Per tant, la resistència vertical es dona quan diferents varietats de l'hoste responen de forma diferent entre diverses races fisiològiques del paràsit, i la resistència horitzontal quan una varietat es mostra sempre resistent o sempre susceptible davant de diferents races del patogen.

La interacció gen a gen descriu el comportament genètic entre la planta hoste i el paràsit que la necessita per viure. Aquest comportament és una relació dinàmica que es produeix degut a que la planta és la font de nutrients del paràsit, i al seu torn, la planta s'ha de defensar de l'atac per sobreviure. Aquests comportaments resideixen en l'acció de gens de virulència per part del paràsit i l'acció de gens de resistència per part de la planta.

Per a explicar el comportament hoste-paràsit i poder entendre la teoria gen a gen (Cubero, 2010) suposem primer que la planta hoste no té cap gen de resistència. Quan el paràsit apareix, l'hoste es veu sotmès a una fortíssima pressió de selecció. Si un dels seus gens és capaç de produir algun canvi estructural o bioquímic, aquest gen es veurà afavorit per la selecció natural ja que la planta portadora deixarà un major número de descendents, per tant, s'haurà originat el primer gen de resistència. Aquest gen de resistència, al seu torn, provoca una pressió de selecció al paràsit per poder sobreviure. Qualsevol dels seus gens que sigui capaç de destruir o evitar aquesta barrera es veurà totalment afavorida per la selecció natural. D'aquesta manera, el paràsit haurà creat el seu primer gen de virulència específic per vèncer la barrera produïda pel primer gen de resistència de la planta. La planta es defensarà de nou utilitzant un altre gen productor d'una altra barrera, i el seu paràsit respondrà amb un altre gen de virulència específic per la barrera anterior. La confrontació entre gens de resistència i de virulència constitueix el que anomenem teoria gen a gen. Actualment, acaba de sortir al mercat la trenta-tresena raça de *Bremia lactucae* (Bl:33EU). La primera raça és la Bl:1EU, la segona és Bl:2EU i així successivament fins la raça actual. Això significa que es coneixen 33 races diferents d'aquest paràsit. Les varietats d'enciam que es comercialitzen actualment tenen les 33 resistències a aquest paràsit. Aquesta última raça de *Bremia lactucae* s'ha identificat al maig del 2017 (Rijk Zwaan, 2017), i no s'han pogut incloure varietats que tinguessin aquesta resistència ja que l'inici del nostre experiment és anterior a aquesta data.

1.5. Varietats tradicionals d'enciam a Catalunya

A Catalunya existeixen moltes varietats tradicionals d'enciam, la major part de les quals no són cultivades en condicions comercials. Això és degut principalment a la sensibilitat d'aquestes varietats a les malalties mencionades anteriorment, fet que provoca que els productors professionals cultivin varietats millorades d'enciam amb resistència. No obstant varietats com l'enciam Negre de Reus, Carxofet, Cua d'Oreneta o moltes d'altres tenen encara una certa acceptació entre els consumidors. La manca d'informació tècnica (dades de caracterització agronòmica, resistència a malalties, resistència al fred, adaptació al cultiu ecològic) sobre aquests materials tradicionals és un factor que limita el seu ús en agricultura productiva. D'altra banda existeixen dificultats per classificar els materials tradicionals en els diferents grups varietals en què es classifica generalment l'enciam cultivat (fulla de roure, trocader, llarg, maravilla). En general aquesta classificació es fa de manera qualitativa, no existint una metodologia de referència per assignar una accessió a un grup varietal. Resoldre aquests dos elements és un dels objectius d'aquest treball.

1.6. Projecte global i la meua aportació

El projecte global dirigit per Fundació Miquel Agustí i l'empresa Arreu es troba explicat en el seu informe anomenat "Informe 1. Inventari de varietats tradicionals i comercials disponibles en ecològic i adaptades al cicle de cultiu d'hivern" (FMA et.al., 2017). El projecte sorgeix de les principals problemàtiques que afronten els agricultors ecològics d'enciam a Catalunya. El problema més greu al què s'enfronten és al control de plagues i malalties. D'aquestes malalties la que produeix pèrdues econòmiques més grans és el míldiu (Grube et al., 2005), (Brown et al., 2004).

Per tal de solucionar les demandes dels agricultors ecològics respecte a les necessitats de recerca entorn el cultiu de l'enciam, es va crear aquest projecte amb l'objectiu de que els agricultors poguessin seleccionar les varietats millors adaptades a la nostra zona en el cicle de cultiu d'hivern. A més, es va confeccionar una fitxa tècnica on consultar les varietats d'enciam disponibles en el mercat de llavors ecològiques. En aquesta fitxa tècnica consten les característiques agromorfològiques i comercials de les varietats d'enciam en el cicle d'hivern, així com les diferències entre varietats locals i millorades.



Respecte la meva feina feta en aquest projecte va començar a finals de setembre de l'any 2016 on es va realitzar un assaig de germinació per veure quines varietats del banc de llavors de la Fundació Miquel Agustí podien ser incloses en l'experiment. A principis d'octubre es va dissenyar l'experiment que es durien a terme en els dos camps de plantació, tant el de la Múnia (Vilafranca del Penedès) com el de Benifallet. Aquest mateix mes es va fer la caracterització dels caràcters qualitatius a l'estadi plàntula.

El 4 de novembre de 2016 es va participar en la plantació in situ de les plàntules en el camp de Benifallet, i durant els mesos de desembre del 2016 i el gener del 2017 es van efectuar revisions periòdiques on es fotografiaven les diferents varietats d'enciams conjuntament amb la resta de l'equip d'investigació. A més, es va fer la caracterització dels caràcters qualitatius a l'estadi fulla jove.

Els mesos de febrer i març del 2017 es va fer la collita dels enciams i l'avaluació de les malalties i les característiques de producció. A més, es va fer la caracterització dels caràcters qualitatius a l'estadi fulla adulta i l'estadi cabdell. Al maig del 2017 es va fer la caracterització dels caràcters qualitatius a l'estadi flor i inflorescència i al juny del 2017 es va fer la caracterització dels caràcters qualitatius a l'estadi fruit.

2. Objectius

L'objectiu general d'aquest treball és generar coneixement sobre les característiques agromorfològiques d'una col·lecció de varietats tradicionals i millorades d'enciam i la seva adaptació en condicions de producció ecològica durant el cicle de cultiu d'hivern. Aquesta informació serveix de base per seleccionar varietats que presentin un bon comportament en el cicle d'hivern, manifestant resistència a les races de míldiu i pugó presents a l'àrea d'estudi. Per tal d'assolir aquest objectiu s'han definit els següents objectius específics:

1. Estudiar el potencial dels descriptors morfològics emprats comunament en enciam per discriminar les varietats.
2. Proposar una classificació de les varietats estudiades en funció de les dades de caracterització.
3. Avaluar la resistència al míldiu i pugó a la col·lecció de materials i identificar possibles patrons de comportament en funció de l'origen (tradicional/millorat) de les varietats.
4. Avaluar el creixement de biomassa a la col·lecció de materials i identificar possibles patrons de comportament en funció de la temperatura dels dos ambients de cultiu (Benifallet i La Múnia).



3. Material i mètodes

3.1. Material vegetal

En aquest treball es van estudiar 32 genotips d'enciams (la meitat varietats tradicionals i l'altra meitat millorades). D'aquests, 7 genotips pertanyen al tipus varietal Fulla de Roure Vermell, 6 a Trocader o Francès, 8 a Maravilla, 3 a l'enciam Llengua de Bou i 8 genotips pertanyents a varietats del tipus Llarg.

Respecte a l'origen del material, les varietats modernes provenen de quatre cases comercials de referència: Rijk Zwaan, Gautier, Nunhems i Vitalis. Les varietats tradicionals provenen de dos bancs de germoplasma SIGMA i FMA/Escola Superior d'Agricultura de Barcelona i d'un planterista (Mas Pastoret, Torredembarra) com es mostra a la Taula 3-1.

Taula 3-1. Relació de genotips estudiats a l'assaig.

<u>Genotip</u>	<u>Tipus varietal</u>	<u>Millorat/tradicional</u>	<u>Casa comercial/Banc de germoplasma</u>
Conuai	Fulla de Roure Vermell	Millorat	Rijk Zwaan
Rutilai	Fulla de Roure Vermell	Millorat	Rijk Zwaan
Abago	Trocader/Francès	Millorat	Rijk Zwaan
Novelsky	Maravilla	Millorat	Rijk Zwaan
Rivero	Fulla de Roure Vermell	Millorat	Clause
Arena	Maravilla	Millorat	Casas
Carmen	Maravilla	Millorat	Gautier
Pomery	Trocader/Francès	Millorat	Gautier
Camarde	Fulla de Roure Vermell	Millorat	Gautier
Amboise	Maravilla	Millorat	Gautier
Magenta	Maravilla	Millorat	Gautier
Kiari	Maravilla	Millorat	Nuhems
Janique	Trocader/Francès	Millorat	Nuhems
Navara	Fulla de Roure Vermell	Millorat	Nuhems
Mathix	Fulla de Roure Vermell	Millorat	Vitalis
Horix	Fulla de Roure Vermell	Millorat	Vitalis
60/387	Llengua de Bou	Tradicional	SIGMA
386/935	Llarg	Tradicional	SIGMA
219/855	Llengua de Bou	Tradicional	SIGMA
FMA/XN/2011/113	Llarg	Tradicional	FMA
FMA/253	Llarg	Tradicional	FMA
FMA/XN/2011/112	Trocader/Francès	Tradicional	FMA
FMA/XN/2011/252	Llarg	Tradicional	FMA
FMA/XN/2011/87	Llarg	Tradicional	FMA
FMA/XN/2011/99	Maravilla	Tradicional	FMA
FMA/XN/2011/134	Llarg	Tradicional	FMA
FMA/XN/2011/5	Trocader/Francès	Tradicional	FMA
Meravella d'Hivern	Maravilla	Tradicional	Pastoret
Negre de Reus	Llarg	Tradicional	Pastoret
Negre de Vilafranca	Llarg	Tradicional	Pastoret
Carxofet	Trocader/Francès	Tradicional	Pastoret
Cua d'oreneta	Llengua de Bou	Tradicional	Pastoret

3.2. Disseny experimental

La plantació es va realitzar el 4 de novembre de 2016 en dos localitats: finca Rafa Mara (La Múnia, Alt Penedès) i finca La Vall (Benifallet, Baix Ebre) (Figura 3-1). La irrigació es va fer mitjançant reg localitzat a la Múnia i amb aspersió a Benifallet. El desherbat es va realitzar mitjançant escarda manual a la Múnia i mecanitzat a Benifallet. No es va aplicar cap producte fitosanitari, ni insecticides ni fungicides; les condicions de cultiu eren totalment ecològiques. En el moment de la plantació es va realitzar una fertilització equivalent a 100 unitats fertilitzants de nitrogen a la finca Rafa Mara i de 185 unitats fertilitzants de nitrogen a la finca La Vall. Al sòl de la finca de Benifallet es va aplicar fem compostat a una dosi de 15 tones per hectàrea.



Figura 3-1. Localització de les dues finques on es va dur a terme l'assaig (pobles de La Múnia i Benifallet).

Dins de cada localitat, es va emprar un disseny experimental de blocs a l'atzar, amb 3 blocs. Per tal de facilitar la comparació dels materials a les jornades de portes obertes als agricultors, es va forçar el disseny experimental, de tal manera que en el primer bloc es van agrupar els genotips amb característiques comunes, és a dir, del mateix tipus varietal. En el segon i en el tercer bloc es van aleatoritzar els genotips. La parcel·la elemental estava formada per 27 plantes, és a dir que en total es van estudiar 81 plantes per varietat. La distància entre línies de sembra era de 50 centímetres i entre plantes de 30 centímetres.

$$\text{Densitat} \left(\frac{\text{plantes}}{\text{m}^2} \right) = \frac{1}{0,3 \times 0,5} = 6,77 \approx 7 \quad (3-1)$$

3.3. Caracterització agronòmica

3.3.1. Comportament agronòmic

Per tal de caracteritzar el comportament agronòmic es van fer tres collites consecutives, els dies 23 de febrer, 6 i 14 de març de l'any 2017. A cada localitat i data de collita es van avaluar fenotípicament dotze plantes per varietat (4 plantes/bloc), quantificant els següents caràcters: pes brut, pes net, incidència de míldiu (en una escala qualitativa de 0 (absència) a 3 (elevada incidència)) i de pugó (0 absència, 3 elevada incidència).

Per quantificar el pes brut es va utilitzar una balança de camp (amb precisió de gram) en el qual es col·locaven els enciams directament collits del camp (pes brut). Posteriorment, es netejava l'enciam per donar-li una presentació comercial (es treien fulles brutes o podrides en el cas que presentessin míldiu) i es pesava per obtenir el pes net. Si la tija era molt llarga també es tallava.

Per quantificar la incidència del míldiu es va emprar una escala qualitativa de 0 (total absència del fong a simple vista) a 3 (pèrdua de l'enciam en el sentit comercial degut a l'afectació del fong), on el valor 1 indicava que es podia observar lleugerament una infestació per míldiu i el valor 2 indicava que es podia observar infestació per míldiu amb esporulació i forta incidència.

Per tal de quantificar la incidència de pugó es va emprar una escala qualitativa de 0 (cap pugó present en l'enciam) a 3 (pèrdua de l'enciam en el sentit comercial degut a l'afectació del pugó),



on el valor 1 indicava que es podia observar un pugó en l'enciam i el valor 2 indicava que es podia observar més d'un pugó en l'enciam.

A cada enciam collit es van fer les caracteritzacions agronòmiques descrites anteriorment.

3.3.2. Descriptors qualitius

En relació a la caracterització mitjançant descriptors morfològics s'ha adaptat la fulla de caracterització (Křístková *et al.*, 2008) referent als diferents estadis i òrgans de la planta: plàntula, fulla jove, fulles adultes exteriors, flor, inflorescència i fruit (Annex). De cada genotip es va obtenir el descriptor que li corresponia per cadascun dels caràcters.

3.3.2.1. Plàntula

Durant aquesta etapa es va observar la morfologia dels cotiledons just abans de sortir del planter (octubre de 2016). Per una banda es va avaluar el color del cotiledó entre verd, verd clar i verd obscur, la forma del cotiledó entre ovat, obovat, orbicular i espatulat. Per l'altra banda si presentava antocianines o no (és a dir coloració porpra del teixit). En el cas afirmatiu, si ho feia en l'hipocòtil, en els cotiledons o en l'hipocòtil i en els cotiledons ambdós inclosos.

3.3.2.2. Fulla jove

Durant aquesta etapa es va avaluar la morfologia de les fulles a la meitat del seu creixement complert, és a dir, a mig camí de convertir-se en fulles adultes (desembre de 2016). Es va avaluar la posició de la fulla entre postrada (1° - 10°), semi erecta (41° - 50°) i erecta (81° - 90°). El color de la fulla entre verd groguenc, verd clar, verd obscur, verd grisenc i verd blavós. El tipus de la fulla entre sancera i dividida i la forma de la fulla entre oblonga-el·líptica, el·líptica, ampla-el·líptica, orbicular, el·líptica transversa, ampla el·líptica transversa, obovada, espatulada i triangular. Posteriorment, es va observar la distribució de les antocianines i avaluar entre absents, en venes, en el marge de la fulla, distribució difusa per la fulla o a taques per la fulla. La intensitat de coloració d'aquestes en un rang entre suau, moderada o intensa. La forma de l'apex de la fulla entre truncada, rodona, obtusa, subaguda o mugronada. La forma de la base de la fulla entre atenuada curta, atenuada mitja o atenuada llarga. La forma del marge de la fulla entre entera, crenada, dentada, doble dentada, setosa dentada, serrada, doble serrada, irregularment serrada o mossegada. L'ondulació del marge de la fulla entre suau, moderada o intensa i el tipus de venes en la fulla entre pinnada o flabel·lada.

3.3.2.3. Fulles adultes exteriors

Durant aquesta etapa es va avaluar la morfologia de les fulles a l'estadi d'enciam comercial (febrer de 2017).

Es va avaluar el color de la fulla entre groc verdós, verd, verd grisós, verd blavós o roig i verd. La intensitat d'aquest que podia ser suau, moderat o intens. La distribució d'antocianines a la fulla que podia ser a les venes, al marge de la fulla, difuses a tota la fulla, o a taques. El grau d'intensitat d'aquesta entre suau, moderada o intensa. La lluentor de la fulla entre cap, suau, moderada, o intensa. El perfil de la fulla entre còncava, xata, convexa o sancera. El tipus de la fulla entre sancera o dividida. La forma de la fulla entre oblonga el·líptica, el·líptica, ampla el·líptica, orbicular, el·líptica transversa, ampla el·líptica transversa, obovada, espatulada o triangular. El marge de la fulla entre sancera, crenada, dentada, doble dentada, setosa dentada, serrada, doble serrada, irregularment dentada o mossegada. La profunditat de les divisions entre pinnatilobulada (fins 1/2), pinnatífida (fins 2/3), pinnatisecta (més de 2/3). La forma de l'àpex de la fulla entre truncada, rodona, obtusa, subaguda o mugronada. I la forma de la base de la fulla entre curta atenuada, mitja atenuada o llarga atenuada.

També es va avaluar si hi havia formació de cabdell o no, així com la seva mida entre petit (<25 cm), mitjà (25-40 cm) i gran (>40 cm). La fermesa del cabdell entre baix, mitjà o alt. La forma de la secció vertical entre oblonga el·líptica, el·líptica, ampla el·líptica, orbicular o el·líptica transversa. I el grau de solapament del cabdell entre cap, parcial, mig o complet.

3.3.2.4. Flor i inflorescència

Durant aquesta etapa es va avaluar la morfologia de les flors i la inflorescència (maig de 2017).

Es va avaluar el color de les lígules de les flors entre groc pàl·lid, groc o groc obscur. El marge de les lígules entre suau (<1 mm), mitjà (1-2 mm) o profund (>2 mm). El número de lígules en el cap entre baix (<12), mig (12-20) o alt (>20). També es va avaluar la presència o absència d'antocianines. En cas que en presentessin la intensitat d'aquestes entre suau, moderada o intensa. També es va avaluar la intensitat de la ramificació de la inflorescència entre baixa (<12), mitja (12-20) o alta (>20).

3.3.2.5. Fruit

Per últim es va avaluar el color del fruit entre blanc, blanc grisós, crema, granat, marró, gris o negre. La forma del aqueni entre ovada, obovada o el·líptica (juny de 2017).



3.4. Anàlisi estadística

Les dades de caracterització mitjançant els descriptors morfològics es van transcriure en un Excel i van ser transformades en variables binàries (0, absència del caràcter; 1, presència del caràcter). Per tal d'identificar marcadors morfològics de varietat, origen (tradicional, millorat) o tipus varietal es van emprar estadístics descriptius amb els paquets IBM SPSS Statistics (versió 20.0) per calcular les freqüències de cada caràcter en cada grup definit. El total de files eren 191 (descriptors morfològics) i el total de columnes eren 32 (16 per les varietats d'enciam tradicionals i 16 per les millorades). Posteriorment es va realitzar una anàlisi multivariant mitjançant el mètode *Hierarchical cluster mapping* (a partir del càlcul de les distàncies euclidianes) amb les mateixes observacions, emprant el paquet estadístic Acuity (Axon instruments, versió 4.0.0.53).

Per l'anàlisi de les dades quantitatives es van emprar les eines de l'anàlisi de la variància (ANOVA) i la separació de mitjanes pel procediment de Tukey (nivell de significació $p < 0.05$). El total de files introduïdes eren 2225 (total d'enciams caracteritzats agronòmicament) i el total de columnes eren 9 (varietat, localitat, data de collita, pes brut, pes net, valor comercial, mildiu amb esporulació, incidència de mildiu i pugó). Previ a la realització dels tests es va estudiar el comportament de les variables, per tal d'identificar si s'ajustaven a una distribució normal. Totes les variables en estudi van manifestar aquest comportament. Les anàlisis es van realitzar amb els paquets estadístics IBM SPSS Statistics (versió 20.0).

4. Resultats i discussió

4.1. Caracterització morfològica de la col·lecció de germoplasma

L'equip de recerca mai ha treballat en enciam, per tant és molt important conèixer quins descriptors morfològics es troben en les col·leccions de germoplasma. A la Taula 4-1 es mostren els descriptors morfològics que no els ha presentat ninguna varietat. En total són 55 descriptors del total de 191, el 29% dels descriptors.

No s'ha identificat cap descriptor morfològic present en el 100% dels genotips, una dada que indica que existeix variabilitat genètica per tots els caràcters estudiats.

Taula 4-1. Descriptors morfològics no observats a la col·lecció de germoplasma.

<u>Descriptor morfològic</u>		
Plàntula	Forma del cotiledó	Espatulada
Fulla jove	Posició de la fulla jove	Postrada
	Color de la fulla jove	Verd grisenc
		Verd blavós
		Altres
	Distribució de les antocianines en la fulla jove	Altra
	Forma de la fulla	El·líptica transversa
	Forma de l'apex de la fulla	Mugronada
	Forma de la base de la fulla	Atenuada curta
	Forma del marge de la fulla	Serrada
		Doble serrada
	Ondulació del marge de la fulla	Intensa
Fulles adultes exteriors	Color de les fulles exteriors	Altres
	Distribució de les antocianines en la fulla adulta	A taques
	Lluentor en la cara superior	Intens
	Forma de la fulla	Oblonga el·líptica
		El·líptica

		Espatulada
		Triangular
	Marge de la fulla	serrada
		Doble serrada
		Mossegada
	Forma de l'àpex	Obtusa
		Subaguda
	Blistering	Intens
Cabdell	Mida del cabdell	Gran (>40cm)
	Forma de la secció vertical	Oblonga el·líptica
		Altra
	Solapament de les fulles	Cap
Flor i inflorescència	Color de les lígules	Altre
	Patró de distribució de les antocianines en la part inferior de les lígules	A taques
		Al marge
		Difuses en la superfície
		Altre
	Intensitat de la coloració de les antocianines	Suau
		Moderada
		Intensa
	Marge de les lígules	Suau (< 1 mm)
		Mitja (1-2 mm)
	Antocianina en el tub de l'antera	Present
	Distribució de les antocianines en les bràctees	Altre
Fruit	Color de l'aqueni	Reflected
		Altre
		Blanc grisós
		Crema
		Granate
		Marró
	Forma esquemàtica	Gris
		Altre
		Obovada
		Altre

A la Taula 4-2 es poden veure els sis descriptors morfològics que s'han identificat en un número major d'entrades: el descriptor de la forma de la base de la fulla jove atenuada llarga s'ha trobat en un 91% dels genotips estudiats. El descriptor de presència del cabdell s'ha trobat en un 97% dels genotips. El descriptor d'absència d'antocianines a la flor s'ha trobat en un 88% dels genotips. El descriptor de profunditat més gran de 2 mil·límetres al marge de les lígules de les flors s'ha trobat en un 88% dels genotips. El descriptor d'absència d'antocianines en el tub de la antera de la flor s'ha trobat en un 88% dels genotips. El descriptor que indica que la posició de les bràctees de les flors és erecta s'ha trobat en un 88% dels genotips.

Taula 4-2. Percentatge del total de varietats de l'assaig que presenten els descriptors morfològics més repetits.

<i>Descriptor morfològic</i>			<i>%</i>
Fulla jove	Forma de la base de la fulla	Atenuada llarga	91
Cabdell	Formació del cabdell	Present	97
Flor i inflorescència	Patró de distribució de les antocianines	Absent	88
	Marge de les lígules	Profunda (> 2mm)	88
	Antocianina en el tub de la antera	Absent	88
	Posició de les bràctees en l'involòcrum	Erectes	88

4.2. Identificació de marcadors morfològics de tipus varietal, origen o genotip

Per tal d'identificar descriptors que permetin una bona discriminació entre tipus varietals, es va fer una anàlisi agrupant els genotips en els diferents tipus varietals. L'anàlisi no va permetre identificar marcadors morfològics discriminants de tipus varietal. Únicament es van trobar 2 descriptors amb potencial per classificar les varietats (Taula 4-3): el descriptor de coloració intensa de les antocianines de les fulles adultes exteriors s'ha trobat en un 100% en el tipus varietal Fulla de Roure Vermell, un 0% en Trocader, un 13% en Maravilla, un 0% en Llengua de Bou i un 0% en Llarg. El descriptor antocianines difuses a la superfície de les bràctees de la flor s'ha trobat en un 100% en el tipus varietal Fulla de Roure Vermell, un 0% en Trocader, un 13% en Maravilla, un 33% en Llengua de Bou i un 13% en Llarg.

Taula 4-3. Descriptors morfològics amb major capacitat discriminant entre tipus varietals: percentatge de genotips, segons tipus varietal, amb presència de cada descriptor.

<u>Descriptor morfològic</u>			<u>% Fulla de Roure Vermell</u>	<u>% Trocader</u>	<u>% Maravilla</u>	<u>% Llengua de Bou</u>	<u>% Llarg</u>
Fulles adultes exteriors	Intensitat coloració (antocianines)	Intensa	100	0	13	0	0
Flor i inflorescència	Distribució antocianines en bractees	Difuses en superfície	100	0	13	33	13

El marcador morfològic que mostra més diferència comparant les varietats tradicionals i les millorades és el de la forma el·líptica transversa de les fulles adultes exteriors i hi ha una diferència del 56% entre les varietats millorades i les tradicionals, sent varietats millorades les que presenten més aquesta característica (75%) enfront les varietats tradicionals que la presenten en un 19%.

A la Taula 4-4 es mostren els descriptors que només han estat presents en una sola varietat: el descriptor de presència d'antocianines als cotiledons de la plàntula s'ha trobat únicament en la

varietat FMA 113. El descriptor de forma oblonga–el·líptica en la fulla jove s'ha trobat només en la varietat 219/855. El descriptor de forma el·líptica en la fulla jove s'ha trobat només en la Cua d'oreneta. El descriptor de la forma mossegada en el marge de la fulla jove s'ha trobat només en la varietat Magenta. El descriptor que indica que no hi ha cap tipus d'ondulació en el marge de la fulla jove s'ha trobat només en la varietat Abago. El descriptor que indica que el color de les fulles adultes exteriors és verd grisós s'ha trobat només en la varietat 60/387, així com també ho ha fet el descriptor lluentor moderada a la cara superior de les fulles adultes exteriors. El descriptor de forma de la fulla adulta exterior ampla el·líptica s'ha trobat només en la varietat FMA/XN/2011/113. El descriptor que indica que la forma de la fulla adulta exterior és una altra a les de la escala, es troba només en la varietat Negre de Reus. El descriptor que indica que el marge de la fulla adulta exterior és doble dentada s'ha trobat només en la varietat Novelsky. El descriptor que indica que la forma de l'àpex de la fulla adulta exterior és mugronada s'ha trobat només en la varietat FMA/253. El descriptor que indica la no formació de cabdell s'ha trobat només en la varietat Amboise. I l'últim descriptor que s'ha trobat només en una varietat és la que indica un color de les lígules de la flor groc obscur i és la varietat Horix.



Taula 4-4. Marcadors morfològics que es van trobar només en una varietat concreta

<u>Descriptor morfològic</u>			<u>Varietat</u>
Plàntula	Presència d'antocianines	En cotiledons	FMA 113
Fulla jove	Forma de la fulla	Oblonga - el·líptica	219/855
		El·líptica	Cua d'oreneta
	Forma del marge de la fulla	Mossegada	Magenta
	ondulació del marge de la fulla	Ninguna	Abago
Fulles adultes exteriors	Color fulles exteriors	Verd grisós	60/387
	Lluentor en la cara superior	Moderat	60/387
	Forma de la fulla	Ampla el·líptica	FMA/XN/2011/113
		Altra	Negre de Reus
	Marge de la fulla	Doble dentada	Novelsky
	Forma de l'àpex	Mugronada	FMA/253
Cogoll	Formació cogollo	Ausents	Amboise
Flor i inflorescència	Color de les lígules	Groc obscur	Horix

4.3. Classificació de les varietats a partir dels descriptors

S'ha realitzat un *Hierarchical cluster mapping* amb l'objectiu de classificar el material vegetal segons els descriptors morfològics. Els resultats es mostren a la Figura 4-1.

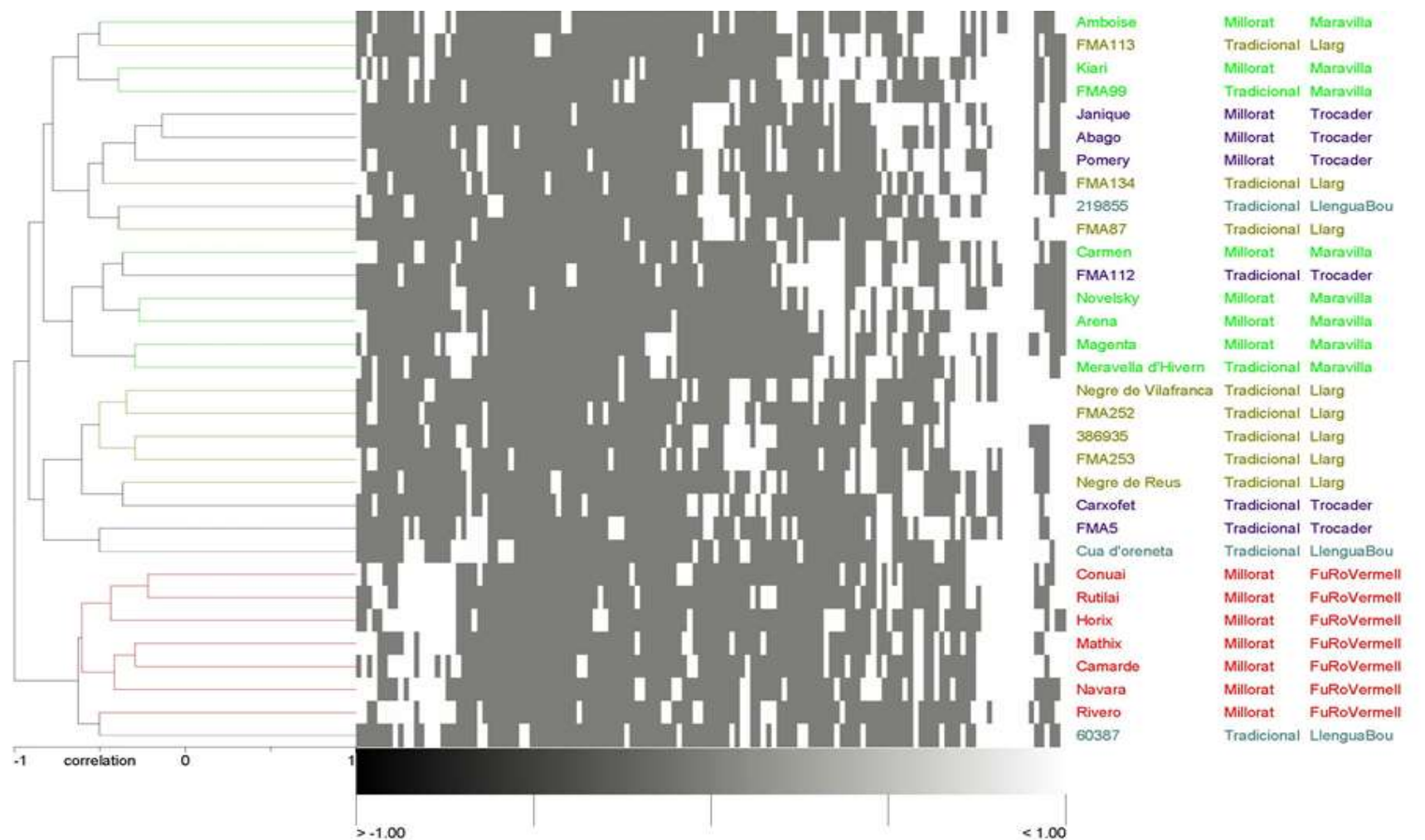


Figura 4-1. *Hierarchical cluster map* elaborat a partir dels descriptors morfològics. Cada color representa un tipus varietal diferent.

La primera informació que es pot extreure de la Figura 4-1 és que existeixen dos grans grups a la col·lecció de germoplasma estudiada, un grup format per totes les entrades del tipus Fulla de Roure Vermell més l'entrada 60/387 (Figura 4-2) i un altre grup amb la resta de materials.



Figura 4-2. Fotografies preses in situ dels enciams del grup format pel *Hierarchical cluster map*. D'esquerra a dreta i de dalt a baix: Conuai, Rutilai, Horix, Mathix, Camarde, Navara, Rivero i 60/387.

Totes les varietats Fulla de Roure Vermell presenten característiques molt comunes entre elles. Respecte a l'altre gran grup s'observarien quatre subgrups: un primer format per dos varietats d'enciam Trocader, un enciam Llengua de bou i la majoria de varietats d'enciam Llarg (Figura 4-3).



Figura 4-3. Fotografies preses in situ dels enciams del subgrup format pel *Hierarchical cluster map*. D'esquerra a dreta i de dalt a baix: Negre de Vilafranca, FMA 252, 386/935, FMA 253, Negre de Reus, Carxofet, FMA 5, Cua d'oreneta.

Un segon subgrup format per la major part de varietats Maravilla i una varietat Trocader (Figura 4-4).



Figura 4-4. Fotografies preses in situ dels enciams del subgrup format pel *Hierarchical cluster map*. D'esquerra a dreta i de dalt a baix: Carmen, FMA 112, Novelsky, Arena, Magenta i Meravella d'Hivern.

Un tercer subgrup format per tres varietats d'enciam Trocader, dos d'enciam Llarg i un enciam Llengua de Bou (Figura 4-5).



Figura 4-5. Fotografies preses in situ dels enciams del subgrup format pel *Hierarchical cluster map*. D'esquerra a dreta i de dalt a baix: Janique, Abago, Pomery, FMA 134, 219/855, FMA 87.

Un últim subgrup format per 3 varietats d'enciam Maravilla i una varietat d'enciam Llarg (Figura 4-6).



Figura 4-6. Fotografies preses in situ dels enciams del subgrup format pel *Hierarchical cluster map*. D'esquerra a dreta i de dalt a baix: Amboise, FMA 113, Kiari, FMA 99.

Entre aquests subgrups, el que sembla més homogeni és el tradicional Llarg que queda agrupat en el primer subgrup: Negre de Vilafranca, FMA 252, 386/935, FMA 253, Negre de Reus. En canvi, les altres entrades d'enciam tradicional Llarg queden molt lluny i per tant serien menys semblants. També sembla que hi ha un grup molt homogeni d'entrades del tipus Maravilla tot i que les entrades FMA 99, Kiari i Amboise surten d'aquest grup. Respecte a l'origen de les varietats (tradicional o millorat) no s'observa cap agrupació.

4.4. Caracterització agronòmica

4.4.1. Significació dels factors

L'anàlisi ANOVA considerant un model factorial complet amb tots els factors de disseny experimental (localitat, data de collita, varietat) revela que existeixen diferències significatives per totes les variables estudiades (Taula 4-5).

Taula 4-5. Significació dels factors de totes les variables estudiades en l'experiment. *** $p < 0,001$. ** $p < 0,01$. * $p < 0,05$.

	<u><i>Pes brut (g)</i></u>	<u><i>Pes net (g)</i></u>	<u><i>Pes net /pes brut (%)</i></u>	<u><i>Incidència de mildiu (0-3)</i></u>	<u><i>Mildiu amb esporulació</i></u>	<u><i>Enciams comercials</i></u>	<u><i>Incidència de pugó (0-3)</i></u>
Varietat (G)	***	***	***	***	***	***	***
Localitat (L)	***	***	no significatiu	***	***	***	***
Data de collita (D)	***	***	***	***	**	***	***
G*L	***	***	***	***	***	***	***
G*D	***	***	***	***	***	***	***
L*D	***	***	***	no significatiu	no significatiu	***	***
G*L*D	***	***	***	***	no significatiu	*	***

S'observen diferències significatives per les variables pes net i pes brut de tots els factors i les respectives interaccions ($p < 0,001$). Respecte a la relació pes net/pes brut es mostren diferències significatives en els factors varietat i data de collita ($p < 0,001$), i no es mostren diferències significatives respecte a la localitat. També es poden observar diferències significatives ($p < 0,001$) per les interaccions, incloses les interaccions en les que intervé el factor localitat.

Respecte a la incidència de mildiu es mostren diferències significatives en tots els factors i les interaccions ($p < 0,001$), excepte per la interacció localitat*data de collita. Respecte al

percentatge d'individus que presenten mildiu amb esporulació es poden trobar diferències significatives ($p < 0,001$) pel que fa als factors varietat i localitat. Pel que fa al factor data de collita es mostren diferències significatives ($p < 0,01$). Respecte a les interaccions entre els factors es poden observar diferències significatives ($p < 0,001$) entre els factors varietat i localitat i els factors varietat i data de collita. Respecte al percentatge d'enciams comercials es troben diferències significatives ($p < 0,001$) pel que fa als factors varietat, localitat i data de collita i pel que fa a les interaccions entre els factors varietat i localitat, les interaccions entre els factors varietat i data de collita i les interaccions entre els factors localitat i data de collita. Es troben diferències significatives ($p < 0,05$) pel que fa a la interacció entre els tres factors varietat, localitat i data de collita. Respecte a la incidència del pugó es poden observar diferències significatives ($p < 0,001$) pel que fa a tots els factors: varietat, localitat i data de collita i pel que fa a totes les interaccions: varietat amb localitat, varietat amb data de collita, localitat amb data de collita i varietat amb localitat i data de collita.

4.4.2. Diferències entre genotips

A la Taula 4-6 es mostren les mitjanes de cada varietat pel que fa a les variables pes brut, pes net i relació pes net / pes brut. En aquesta taula es presenten els resultats de l'ANOVA i la separació de mitjanes pel procediment de *Tukey*.

Taula 4-6. Mitjanes de les variables pes brut, pes net i relació pes net / pes brut per cada una de les varietats de l'estudi. Separació de mitjanes pel procediment de *Tukey* (dins de cada columna, lletres diferents indiquen diferències significatives)

<i>Varietat</i>	<i>Tipus varietal</i>	<i>Pes brut (g)</i>		<i>Pes net (g)</i>		<i>Pes net/ pes brut</i>	
219/855	Llengua de bou	482	<i>hij</i>	390	gh	76,9	<i>mnop</i>
386/935	Llarg	609	<i>cde</i>	458	de	74,6	<i>pq</i>
60/387	Llengua de bou	541	<i>fg</i>	431	efg	78,9	<i>jklmn</i>
Abago	Trocader	568	<i>efg</i>	476	cde	84,6	<i>bcdef</i>
Amboise	Maravilla	429	<i>kl</i>	331	ijk	76,4	<i>nop</i>
Arena	Maravilla	395	<i>lmn</i>	335	ijk	83	<i>fgh</i>
Camarde	Fulla de roure vermell	351	<i>no</i>	315	jkl	87,1	<i>ab</i>
Carmen	Maravilla	409	<i>klm</i>	355	hij	85,6	<i>bcde</i>
Carxofet	Trocader	483	<i>hi</i>	372	hi	76,5	<i>nop</i>
Conuai	Fulla de roure vermell	351	<i>no</i>	307	jkl	86,2	<i>abcd</i>
Cua d'oreneta	Llengua de bou	652	<i>bc</i>	532	b	80,8	<i>hij</i>
FMA 112	Maravilla	419	<i>kl</i>	352	hij	82,6	<i>fgh</i>
FMA 113	Llarg	661	<i>bc</i>	485	bcde	73,5	<i>q</i>
FMA 134	Llarg	646	<i>bcd</i>	527	bc	80,4	<i>hijk</i>
FMA 252	Llarg	573	<i>ef</i>	451	e	79,3	<i>ijklm</i>
FMA 253	Llarg	558	<i>efg</i>	446	ef	79,6	<i>ijkl</i>
FMA 5	Trocader	518	<i>gh</i>	394	fgh	75,6	<i>opq</i>
FMA 87	Llarg	595	<i>de</i>	466	de	78,1	<i>klmno</i>
FMA 99	Maravilla	422	<i>kl</i>	356	hij	83,4	<i>efg</i>
Horix	Fulla de roure vermell	362	<i>mno</i>	325	ijk	88,5	<i>a</i>
Janique	Trocader	533	<i>fgh</i>	462	de	85,8	<i>bcde</i>
Kiari	Maravilla	246	<i>q</i>	206	n	82,2	<i>fgh</i>
Magenta	Maravilla	453	<i>ijk</i>	389	gh	84,4	<i>cdef</i>
Mathix	Fulla de roure vermell	317	<i>op</i>	269	lm	84	<i>defg</i>
Meravella d'hivern	Maravilla	431	<i>jkl</i>	374	hi	84,5	<i>cdef</i>
Navara	Fulla de roure vermell	292	<i>pq</i>	234	mn	79,5	<i>ijkl</i>
Negre de Reus	Llarg	869	<i>a</i>	665	a	77,4	<i>lmno</i>
Negre de Vilafranca	Llarg	663	<i>bc</i>	508	bcd	76,5	<i>nop</i>
Novelsky	Maravilla	416	<i>kl</i>	348	hij	81,8	<i>ghi</i>
Pomery	Trocader	672	<i>b</i>	525	bc	78,9	<i>jklmn</i>
Rivero	Fulla de roure vermell	262	<i>pq</i>	183	n	68,5	<i>r</i>
Rutilai	Fulla de roure vermell	317	<i>op</i>	281	klm	86,8	<i>abc</i>

Respecte a la variable pes brut la varietat Negre de Reus té un valor significativament superior a la resta d'entrades, amb un pes de 869 g. La resta de varietats del tipus Llarg també presenten valors elevats de pes brut, com per exemple el Negre de Vilafranca (663 g) FMA 87 (595 g), FMA 113 (661 g), FMA 134 (646 g) o FMA 252 (573 g). Per contra, la varietat Kiari (tipus Maravilla) és la que té un pes brut més baix (246 g). Respecte al pes net, la varietat Negre de Reus és la que presenta un valor més alt (665 g), significativament superior a la resta de genotips estudiats. Per contra, la varietat Rivero és la varietat que presenta un pes net més baix (183 g), conjuntament amb Navara (234 g) i Kiari (206 g). Pel que fa a la variable relació pes net/pes brut, la varietat Horix és la que presenta una relació significativament més alta de 88,5 %, indicant una baixa afectació de la planta per patògens o altres fisiopaties que disminueixen el valor comercial de l'enciam. Per contra, la varietat Rivero és la que presenta una relació significativament més baixa amb un percentatge de 68,5%.

Respecte a la incidència de míldiu i pugó a la Taula 4-7 es presenten les mitjanes de cada varietat i els grups de significació segons el test de *tukey*. S'observa que les varietats amb major resistència al míldiu són Conuai (incidència de míldiu: 0,32), Kiari (0,28), Janique (0,25), Rutilai (0,25), Camarde (0,24), Amboise (0,21), Abago (0,18), Pomery (0,17) i Horix (0,15). Entre aquestes varietats no hi ha diferències significatives pel que fa a la incidència de míldiu. Entre les varietats resistents no n'hi ha cap de tipus tradicional, un fet indicatiu de que aquestes varietats no han sofert cap tipus de millora genètica moderna específica per aquest caràcter. Les varietats tradicionals amb major incidència de míldiu són 2 entrades del tipus Maravilla, FMA 99 (1) i Meravella d'hivern (1,14), entre les quals no hi ha diferències significatives per aquest caràcter. D'altra banda el genotip Rivero, del tipus Fulla de Roure Vermell, és el que presenta una incidència significativament més forta amb un valor de 2,7, valor significativament superior a la resta de genotips estudiats, a excepció de 60/387 (incidència de 2,22). Respecte al percentatge d'individus que presenten míldiu amb esporulació, les varietats 60/387, Negre de Vilafranca i Rivero presenten valors de 100%, indicant que en tots els enciams fenotipats es va observar esporulació a les fulles. Aquests valors d'incidència no són significativament diferents dels observats per les varietats Negre de Reus (96,8%), FMA 134 (84,1%), FMA 113 (89,6%), Carmen (92,5%), Arena (85,1%), 386/935 (97,9%) i 219/855 (96,8%).

Taula 4- 7. Mitjanes per varietat de les variables incidència de míldiu, míldiu amb esporulació, percentatge d'enciams comercials i incidència de pugó. Separació de mitjanes pel procediment de Tukey (dins de cada columna, lletres diferents indiquen diferències significatives).

<u>Varietat</u>	<u>Incidència de míldiu (0 -3)</u>		<u>Míldiu amb esporulació (% individus)</u>		<u>Enciams comercials (%)</u>		<u>Incidència de pugó (0 - 3)</u>	
219/855	1,79	gh	96,8	ab	68	def	0,25	ab
386/935	2,5	ab	97,9	ab	70,8	def	0,18	bcde
60/387	2,22	cd	100	a	78,2	bcde	0,19	abcde
Abago	0,18	l	o	m	80,4	abcde	0,07	fg
Amboise	0,21	l	9,8	lm	46,6	ghi	0,04	fg
Arena	1,13	jk	85,1	abcdefg	58,3	fgh	0,21	abc
Camarde	0,24	l	18,8	l	81,9	abcd	0,04	fg
Carmen	0,97	k	92,5	abcd	67,7	def	0,17	bcde
Carxofet	1,86	fg	74,3	efghij	70,7	def	0,28	a
Conuai	0,32	l	16	lm	71,1	cdef	0,03	fg
Cua d'oreneta	1,44	i	62,9	ij	88,1	abc	0,24	ab
FMA 112	1	k	79,2	cdefghi	42,7	hi	0,25	ab
FMA 113	2,35	bc	89,6	abcdef	68,9	def	0,11	def
FMA 134	1,62	h	84,1	abcdefg	68,7	def	0,11	cdef
FMA 252	2,07	de	93,8	abc	71,3	cdef	0,22	ab
FMA 253	2,36	bc	93,8	abc	73,6	cdef	0,19	abcd
FMA 5	2,04	de	66,1	hij	63,9	ef	0,19	abcd
FMA 87	1,44	i	70,4	ghij	73,3	cdef	0,18	bcde
FMA 99	1	k	81,3	bcdefgh	64,3	ef	0,21	abc
Horix	0,15	l	12,1	lm	77,3	bcde	0,06	fg
Janique	0,25	l	13,8	lm	69,1	def	0,1	efg
Kiari	0,28	l	16	lm	34,9	ij	0,04	fg
Magenta	1,2	j	76,2	defghij	74,3	cdef	0,17	bcde
Mathix	1,15	jk	44,2	k	63,3	efg	0,02	fg
Meravella d'hivern	1,14	jk	60,7	jk	66	def	0,21	abc
Navara	1,92	efg	72,9	fghij	34,7	ij	0,07	fg
Negre de Reus	1,97	ef	91,6	abcde	96,8	a	0,19	abcd
Negre de Vilafranca	2,39	bc	100	a	92,8	ab	0,26	ab
Novelsky	1,4	i	94,2	abc	58,2	fgh	0,06	fg
Pomery	0,17	l	1,7	lm	69,2	def	0,06	fg
Rivero	2,7	a	100	ab	17,9	j	0	g
Rutilai	0,25	l	18,1	l	76,4	bcde	0,11	def

Com es pot observar, entre els genotips amb una elevada presència d'esporelació del fong a les fulles s'observen 7 varietats tradicionals i 3 millorades. Per contra, la varietat Abago és la varietat que presenta un valor més baix (0%), no essent significativament diferent de l'observat per les varietats Amboise (9,8%), Conuai (16%), Horix (12,1%), Janique (13,8%) o Kiari (16%). Respecte al percentatge d'enciams comercials, la varietat Negre de Reus és la que té un valor més alt (96,8%), conjuntament amb Negre de Vilafranca (92,8%), Cua d'Oreneta (88,1%) i Abago (80,4%). Cal destacar que les varietats Negre de Vilafranca i Negre de Reus tenen valors d'incidència de míldiu molt elevats, però que degut a la seva capacitat de produir biomassa, l'enciam un cop netejat de les fulles amb incidència de míldiu manté el valor comercial. Per contra, la varietat Rivero és la que presenta un valor significativament més baix (17,9%), conjuntament amb Navara (34,7%) i Kiari (34,9%). Es tracta, doncs, de varietats no recomanables pel seu cultiu en condicions d'agricultura ecològica a les zones agroclimàtiques estudiades. Per últim, respecte a la incidència dels pugons cal destacar que no es va produir una afectació important per aquesta plaga en cap de les dues localitats. Per aquest motiu, tot i existir diferències significatives entre genotips, es considera que aquestes no són prou concloents respecte a la seva resistència al pugó.

4.4.3. Diferències entre localitats

La Taula 4-8 i la Taula 4-9 ens mostren els resultats obtinguts a partir de la realització d'un test ANOVA i separació de mitjanes pel procediment de *Tukey* entre les dues localitats per totes les variables estudiades. Existeixen diferències significatives pel que fa al factor localitat en totes les variables excepte a la variable relació percentatge pes net/pes brut.

Taula 4-8. Mitjanes per localitat de les variables pes brut, pes net, pes net / pes brut i incidència de míldiu. Separació de mitjanes pel procediment de *Tukey* (dins de cada columna, lletres diferents indiquen diferències significatives)

<i>Localitat</i>	<i>Pes brut (g)</i>		<i>Pes net (g)</i>		<i>Pes net / pes brut (%)</i>		<i>Incidència de míldiu (0 - 3)</i>	
Benifallet	514	<i>a</i>	427	<i>a</i>	81,2	<i>a</i>	1,47	<i>a</i>
La Múnia	455	<i>b</i>	370	<i>b</i>	80,9	<i>a</i>	1,07	<i>b</i>

Taula 4-9. Mitjanes per localitat de les variables míldiu amb esporulació, enciams comercials i incidència de pugó. Separació de mitjanes pel procediment de *Tukey* (dins de cada columna, lletres diferents indiquen diferències significatives)

<u>Localitat</u>	<u>Míldiu amb esporulació (% individus)</u>		<u>Enciams comercials (%)</u>		<u>Incidència de pugó (0 - 3)</u>	
Benifallet	69,8	<i>a</i>	57,8	<i>b</i>	0,01	<i>b</i>
La Múnia	59,8	<i>b</i>	77,7	<i>a</i>	0,28	<i>a</i>

Benifallet presenta uns valors significativament més alts per les variables pes brut, pes net, incidència de míldiu i míldiu amb esporulació. Aquestes dades podrien indicar una relació entre el vigor de la planta i la incidència de míldiu. No obstant, aquesta hipòtesi no pot ser contrastada, ja que la incidència de míldiu pot estar afectada per la pressió d'inòcul present en cada localitat, un element que no ha estat controlat en el nostre disseny experimental. A la Múnia, en canvi, es mostren uns valors significativament més alts per les variables percentatge d'enciams comercials i incidència de pugó.

4.4.3.1. Diferències de temperatures entre les dues localitats

Per avaluar les possibles causes en les diferències de producció de biomassa (variable pes brut) entre les dues localitats, s'han estudiat les temperatures durant els mesos de novembre de 2016 a febrer de 2017 (AEMET, 2018).

Com es pot observar a la Figura 4-7 les temperatures màximes de la Múnia són lleugerament superiors a les de Benifallet (mitjana T_{\max} La Múnia: 15,1 °C, mitjana T_{\max} Benifallet: 13,6 °C). Per contra, les temperatures mínimes de Benifallet (Figura 4-8) són lleugerament superiors a les de la Múnia (mitjana T_{\min} Benifallet: 5,2 °C, mitjana T_{\min} La Múnia: 4,5°C). Tant en el cas de les temperatures màximes com en el cas de les temperatures mínimes no es mostren diferències clares entre les dues localitats.



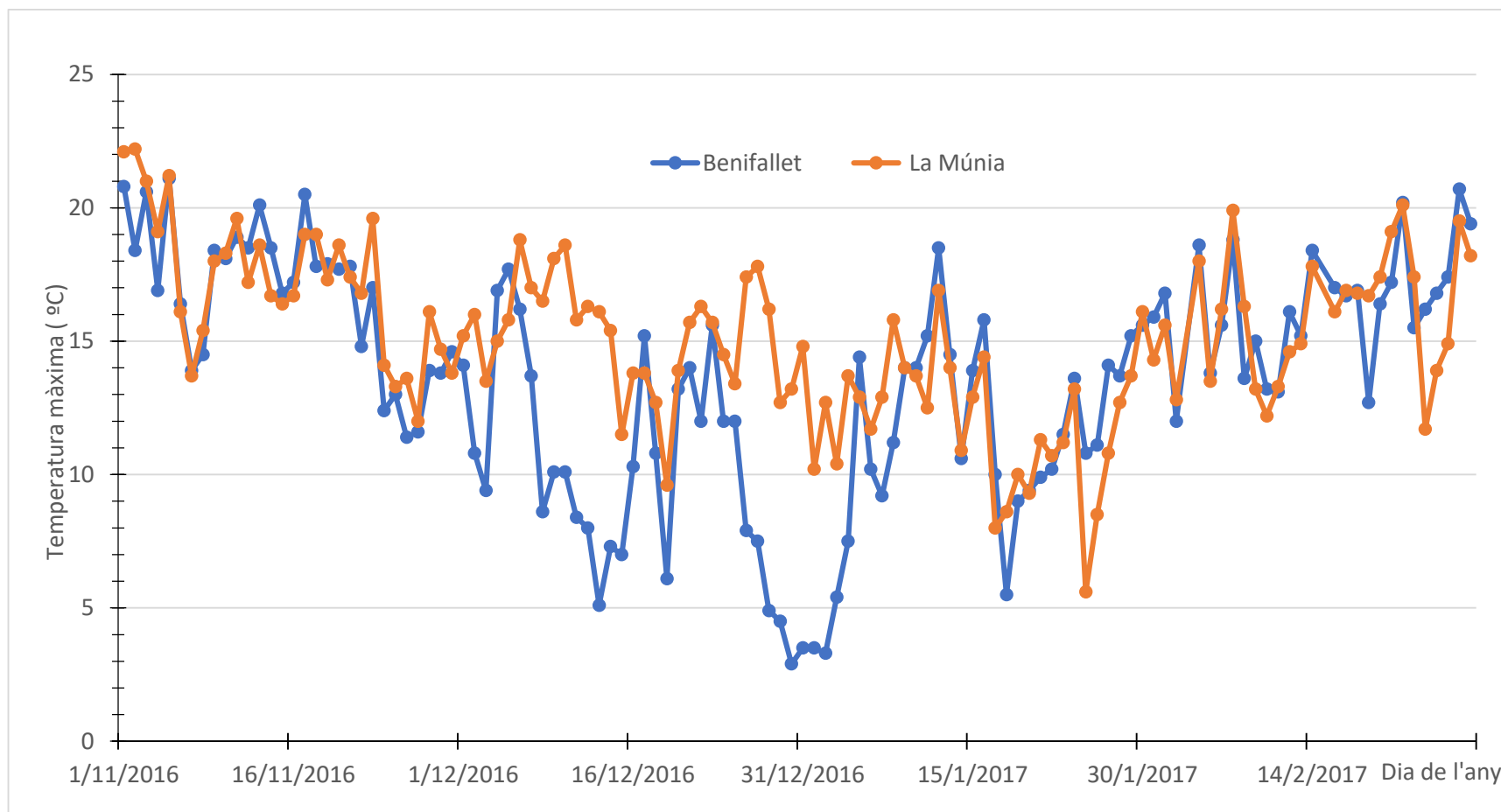


Figura 4-7. Evolució de les temperatures màximes a les localitats Benifallet i La Múnia durant els mesos de novembre 2016 a febrer 2017 (AEMET, 2018).

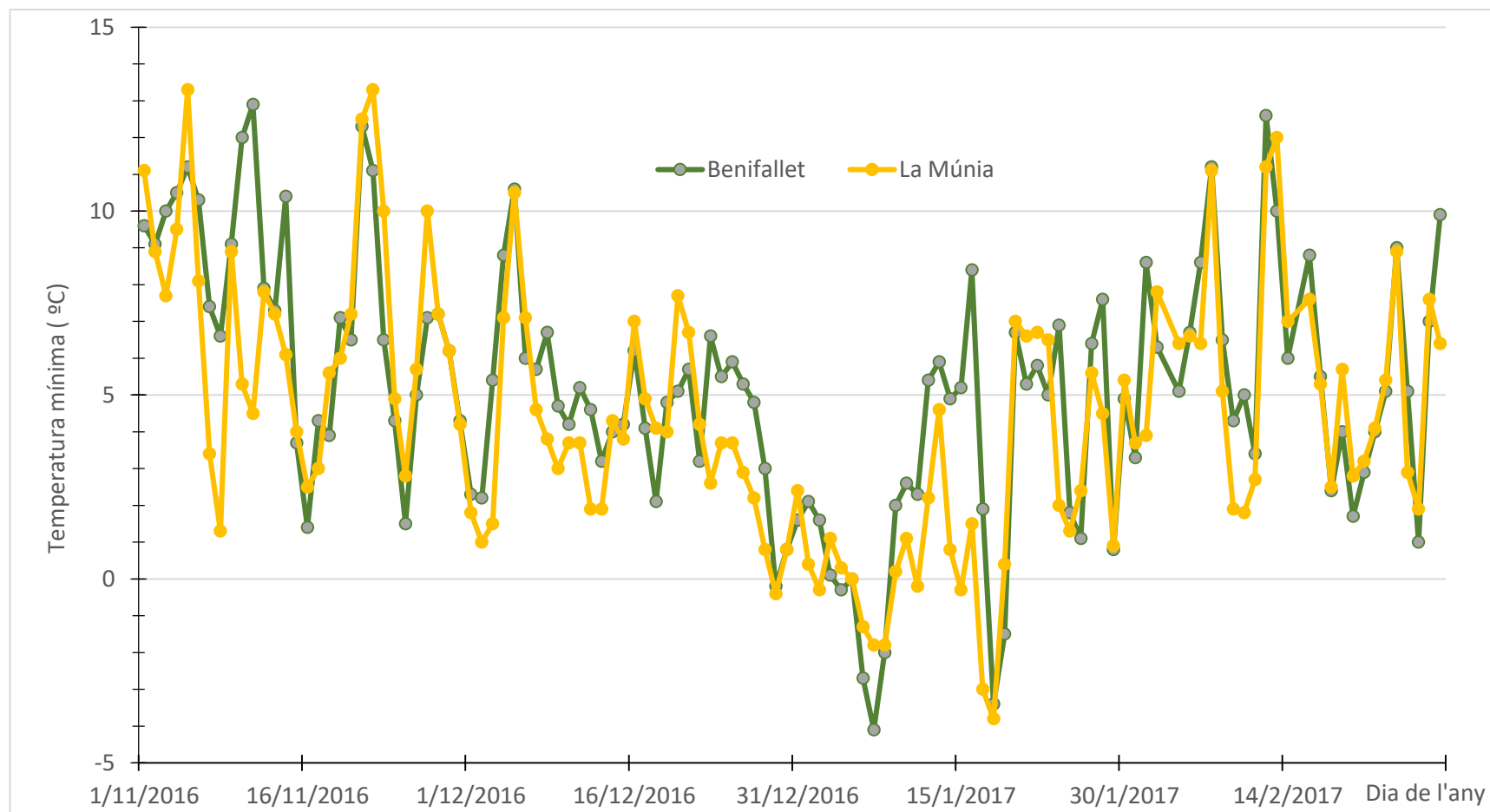


Figura 4-8. Evolució de les temperatures mínimes a les localitats Benifallet i La Múnia durant els mesos de novembre 2016 a febrer 2017. (AEMET, 2018)



4.4.3.2. Diferències de la variable pes brut entre les dues localitats

Tal com es pot observar a la Figura 4-7 i la Figura 4-8, l'evolució de les temperatures màximes i mínimes mitjanes de les dues localitats no expliquen les diferències significatives de creixement dels enciams. No obstant, si tenim en compte que l'enciam està classificat dins de les plantes més susceptibles a gelada (FAO, 2010), en el període en què s'han produït les temperatures més baixes del cicle de cultiu sí que s'observen diferències entre ambdues localitats. Aquest fet podria explicar les diferències en producció de biomassa observades entre Benifallet i La Múnia, doncs és justament en aquesta etapa en què es produeix el fenomen d'enduriment que provoca l'aturament del creixement. El període en què es presenten aquestes temperatures comença la última setmana de desembre de 2016 i acaba la tercera setmana de gener de 2017. Durant aquest període les dues localitats presenten temperatures mínimes inferiors als 0 °C, provocant danys per fred. A la taula 4-10 es presenten les temperatures mínimes de les dues localitats durant aquest període. La localitat de La Múnia es veu un major temps exposada a temperatures mínimes baixes ja que la mitjana d'aquestes és de 0,9 °C enfront 2,2 °C de la localitat de Benifallet. Aquests resultats podrien explicar el menor creixement dels enciams a la localitat de La Múnia i per tant la menor producció de biomassa final (Taula 4-8). En resum, les diferències de valors de la variable pes brut entre les dues localitats poden ser degudes al fenomen d'enduriment que s'hauria produït de forma més notòria a la localitat de La Múnia.

Taula 4-10. Evolució de les temperatures mínimes a les localitats de Benifallet i La Múnia entre els dies 25 de desembre de 2016 i el 21 de gener de 2017.

<u><i>Dia de l'any</i></u>	<u><i>T_{min} Benifallet (°C)</i></u>	<u><i>T_{min} La Múnia (°C)</i></u>
diumenge, 25 desembre de 2016	5,9	3,7
dilluns, 26 desembre de 2016	5,3	2,9
dimarts, 27 desembre de 2016	4,8	2,2
dimecres, 28 desembre de 2016	3	0,8
dijous, 29 desembre de 2016	-0,2	-0,4
divendres, 30 desembre de 2016	0,8	0,8
dissabte, 31 desembre de 2016	1,6	2,4
diumenge, 1 gener de 2017	2,1	0,4
dilluns, 2 gener de 2017	1,6	-0,3
dimarts, 3 gener de 2017	0,1	1,1
dimecres, 4 gener de 2017	-0,3	0,3
dijous, 5 gener de 2017	0	0
divendres, 6 gener de 2017	-2,7	-1,3
dissabte, 7 gener de 2017	-4,1	-1,8
diumenge, 8 gener de 2017	-2	-1,8
dilluns, 9 gener de 2017	2	0,2
dimarts, 10 gener de 2017	2,6	1,1
dimecres, 11 gener de 2017	2,3	-0,2
dijous, 12 gener de 2017	5,4	2,2
divendres, 13 gener de 2017	5,9	4,6
dissabte, 14 gener de 2017	4,9	0,8
diumenge, 15 gener de 2017	5,2	-0,3
dilluns, 16 gener de 2017	8,4	1,5
dimarts, 17 gener de 2017	1,9	-3
dimecres, 18 gener de 2017	-3,4	-3,8
dijous, 19 gener de 2017	-1,5	0,4
divendres, 20 gener de 2017	6,7	7
dissabte, 21 gener de 2017	5,3	6,6
Mitjana del període crític	2,2	0,9

Conclusions

- 1) Respecte a la caracterització del germoplasma mitjançant descriptors morfològics estandarditzats:
 - a) del total de 191 descriptors estudiats el 29% no han estat identificats a la col·lecció.
 - b) per tots els descriptors s'ha trobat variabilitat genètica a la col·lecció, no havent-se trobat cap descriptor present en el 100% dels genotips estudiats. Els descriptors més comuns han estat absència d'antocianines a la flor (88% dels genotips), profunditat més gran de 2 mm en el marge de les lígules de les flors (88%) i posició erecta de les bràctees de les flors (88%).
 - c) no s'ha trobat cap descriptor que permeti discriminar clarament entre genotips, tipus varietals o origen del material (tradicional/millorat). El descriptor forma de la fulla adulta de tipus el·líptica transversa ha estat el que ha presentat major diferències entre materials tradicionals (present en un 19% dels genotips) i millorats (75%).
- 2) Mitjançant una anàlisi de tipus *Hierarchical Cluster Mapping* s'ha proposat una nova classificació de les varietats en 5 grups. El tipus varietal Fulla de Roure Vermell és el més homogeni dels grups estudiats. Juntament amb la varietat 60/387 es divideixen de la resta de materials. La resta de materials han format 4 subgrups menys homogenis.
- 3) Respecte a la resistència al míldiu i al pugó de les varietats estudiades:
 - a) la incidència de pugó va ser molt baixa en ambdós assajos, per la qual cosa no s'ha pogut fer una valoració adequada d'aquest caràcter.
 - b) respecte a la incidència de míldiu es va observar presència de símptomes en ambdues localitats. No s'ha identificat cap varietat tradicional amb resistència a aquest patogen, essent les varietats tradicionals les que han manifestat major afectació en ambdues localitats.
 - c) les varietats amb major resistència al míldiu han estat Conuai (0,32, en una escala de 0 (baixa incidència) a 3 (elevada incidència)), Kiari (0,28), Janique (0,25), Rutilai (0,25), Camarde (0,24), Amboise (0,21), Abago (0,18), Pomery (0,17) i Horix (0,15).
 - d) les dades semblen indicar una correlació entre la producció de biomassa i la incidència de míldiu, senyalant que el vigor i la sensibilitat estarien lligats. No obstant, aquest fet no s'ha pogut contrastar amb el disseny experimental emprat.

4) Respecte al creixement de biomassa de les varietats estudiades:

- a) les varietats amb major valor per la variable pes brut en el cicle d'hivern han estat Negre de Reus (869 g), Negre de Vilafranca (663 g), FMA 87 (595 g), FMA 113 (661 g), FMA 134 (646 g) i FMA 252 (573 g). La varietat Kiari ha sigut la que ha presentat un valor més baix per aquesta variable.
- b) les temperatures mitjanes màximes i mínimes durant els mesos de novembre de 2016 a febrer de 2017 han estat similars entre les dues localitats, si bé s'observa una major incidència de temperatures baixes a la localitat de La Múnia. Aquesta menor temperatura podria haver causat un major fenomen d'enduriment en aquesta localitat, provocant el menor creixement de biomassa observat.




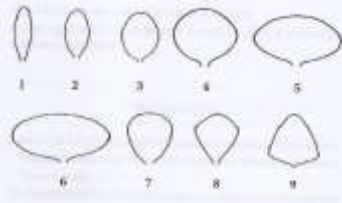


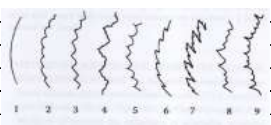

Bibliografia

- [1] AEMET (2018). Base de datos meteorológica. Gráficos -Datos Extremos-Datos diarios de Temperatura. [online] Disponible a <https://datosclima.es/Aemet2013/Tempestad2013.php> [Consulta:27 de gener de 2018].
- [2] Andorno, A. . et al. (2014) Control biológico de áfidos por métodos conservativos en cultivos hortícolas y aromáticas.
- [3] Arend, A.J.M. Van Der (2003) 'The possibility of Nasonovia ribisnigri resistance breaking biotype development due to plant resistance : a literatura study Insects biotypes known in differen crop pest systems', 2003(Table 1), pp. 75-81
- [4] Brown, S. et al. (2004) 'Insensitivity to the fungicide fosetyl-aluminum in California isolates of the lettuce downy mildew pathogen, *Bremia lactucae*', Plant Disease, 88(5), pp. 502–508. doi: 10.1094/PDIS.2004.88.5.502.
- [5] Cubero, J. (2000). Introducción a la mejora genética vegetal (3a. ed.). Mundi-Prensa, Pàgines 409-422.
- [6] Crute I.R., Johnson A.G. (1976) The genetic relationship between races of *Bremia lactucae* and cultivars of *Lactuca sativa*. Ann Appl Biol 83:125-137
- [7] DARP (2015) Estadístiques agrícoles, any 2014. DARP. Disponible a <http://web.gencat.cat/ca/inici/> [Consulta: 22 de juliol de 2017].
- [8] Entomology today (2014). Parasitoid Wasps May Be an Effective Tool against Lettuce Aphids. Entomology today. Disponible a <https://entomologytoday.org/2014/12/08/parasitoid-wasps-may-be-an-effective-tool-against-lettuce-aphids/> [Consulta: 7 d' octubre de 2017].
- [9] FAO (2010) 'El daño producido por las heladas':, Protección contra las heladas: fundamentos, práctica y economía, pp. 73–98. Disponible a: <http://www.fao.org/docrep/012/y7223s/y7223s00.htm> [Consulta: 15 de setembre de 2017].
- [10] FMA; Arreu (2017) Selecció de varietats d'enciam (*Lactuca sativa* L.) per a les explotacions agrícoles ecològiques: una comparativa de varietats locals i millorades, Informe 1. Inventari de varietats tradicionals i comercials disponibles en ecològic i adaptades al cicle de cultiu d'hivern. FMA. Disponible a

- http://fundaciomiquelagusti.com/wp-content/uploads/2016/10/Informe1_Inventari-varietats-i-metodologia-treball.pdf [Consulta: 2 de juny de 2017].
- [11] Grube R.C., Ochoa O.E. (2005) Comparative genetics analysis of field resistance to downy mildew in the lettuce cultivars “Grand Rapids” and “Iceberg”. *Euphytica* 142:205-215.
- [12] IFOAM (2017) Percentage of agricultural land which is organic. IFOAM. Disponible a <http://www.ifoam-eu.org/en/organic-europe> [Visita: novembre 2017].
- [13] INIA (2016). Pulgón de la lechuga *Nasonovia ribisnigri*. INIA. Disponible a <http://www.inia.cl/sanidadvegetal/2016/11/07/pulgon-de-la-lechuga-nasonovia-ribisnigri-hemiptera-aphididae/> [Consulta: 9 de octubre de 2017].
- [14] Křístková, E. et al. (2008) ‘Description of morphological characters of lettuce (*Lactuca sativa* L.) genetic resources’, *Hort. Sci. (Prague)*, 35(3), pp. 113–129.
- [15] MAPAMA (2017) Agricultura ecológica estadísticas 2016. MAPAMA. Disponible a http://pae.gencat.cat/web/.content/al_alimentacio/al01_pae/13_observatori_pae/EstadistiquesiFitxes/Fitxers/estadistiques_ae_2016.pdf [Consulta: 21 de setembre de 2017].
- [16] McCreight J. (2008) Potential sources of genetic resistance in *Lactuca* spp. To the lettuce aphid, *Nasanovia ribisnigri* (Mosely)(Homoptera: Aphididae). *Hortscience* 43:1355 – 1358.
- [17] Rijk Zwaan (2017) Nueva raza de mildiu en lechuga : Bl:33EU. Rijk Zwaan. Disponible a <https://www.rijkszwaan.es/noticias/nueva-raza-de-mildiu-en-lechuga-bl33eu> [Consulta: 7 de desembre de 2017].
- [18] The Council of the European Union (2007). Council Regulation (EC) No 834/2007 of 28 June 2007 on organic production and labelling of organic products and repealing Regulation (EEC) No 2092/91. *Official Journal of the European Union*. L189/1. (1).



Annex



	CARACTERITZACIÓ LLETUGA1.-CARACTERS MORFOLÒGICS (mesurar en plàntula desenvolupada)	
1.1.- PLÀNTULA	1.1.1.- COLOR COTILEDÓ	3.- Verd clar
		5.- Verd
		7.- Verd oscur
	1.1.2.- PRESÈNCIA D'ANTOCIANINES	0.- Ausents
		1.- En hipocotil
		2.- En cotiledons
		3.- En hipocotil i cotiledons
	1.1.3.- FORMA COTILEDÓ	1.- El.líptics
		2.- Ovats
		3.- Obovats
1.2.- FULLA JOVE		4.- Orbiculars
		5.- Espatulats
		9.- Altre tipus
	1.2.1.- POSICIÓ FULLA JOVE	1.- postrada (1°-10°)
		5.- Semierecta (41°-50°)
		0.- Erecta (81°-90°)
	1.2.2.- COLOR FULLA JOVE	ed
		2.- Verd clar
		4.- Verd oscur
		5.- Verd grisenc
		6.- Verd blavós
		9.- Altre
	1.2.3.1.- DISTRIBUCIÓ ANTOCIANINES EN FULLA JOVE	0.- Ausents
		1.- En venes
		2.- En el marge de la fulla
		3.- Distribució difusa a la fulla
		4.- A taques per la fulla
		9.- Altra
	1.2.3.2.- INTENSITAT DE LA COLORACIÓ PER ANTOCIANINES	3.- Suau
		5.- Moderada
		7.- Intensa
	1.2.4.1.- TIPUS DE FULLA	1.- Sancera
		2.- Dividida
	1.2.4.2.- FORMA DE LA FULLA	1.- Oblonga-el.líptica
		2.- El.líptica
		3.- Ampla-el.líptica
		4.- Orbicular
		5.- El.líptica transversa
		6.- Ampla el.líptica transversa
		7.- Obovada
		8.- Espatulada
		9.- Triangular
		99.- Altra
	1.2.4.3.- FORMA DE L'ÀPEX DE LA FULLA	1.- Truncada
		2.- Redona
		3.- Obtusa
		4.- Subaguda
		5.- Mugronada
	1.2.4.4.- FORMA DE LA BASE DE LA FULLA	1.- Atenuada curta
		2.- Atenuada mitja
		3.- Atenuada llarga
	1.2.4.5.- FORMA DEL MARGE DE LA FULLA	1.- Entera
		2.- Crenada
		3.- Dentada
		4.- Doble dentada
		5.- Setosa dentada
		6.- Aserrada
		7.- Doble aserrada
		8.- Irregularment aserrada
		9.- Mossegada
	1.2.4.6.- ONDULACIÓ DEL MARGE DE LA FULLA	0.- Ninguna
		3.- Suau
		5.- Moderada
		7.- Intensa
	1.2.6.- TIPUS DE VENES EN LA FULLA	1.- Pinnada
		2.- Flavelada

1.3.- FULLES ADULTES EXTERIORS

1.3.1.- COLOR FULLES EXTERIORS	1.- Groc verdós
	2.- Verd
	3.- Verd grisós
	4.- Verd blavós
	5.- Roig i verd
	9.- Altre
1.3.2.- INTENSITAT DEL COLOR	3.- Suau
	5.- Moderat
	7.- Intens
1.3.3..1.- DISTRIBUCIÓ ANTOCIANINES EN FULLA ADULTA	0.- Ausents
	1.- A les venes
	2.- al marge de la fulla
	3.- Difuses a tota la fulla
	4.- A taques
	9.- Altra
1.3.3.2.- INTENSITAT COLORACIÓ (ANTOCIANINES)	0.- Cap
	3.- Suau
	5.- Moderada
	7.- Intensa
1.3.4.- LLUENTOR EN LA CARA SUPERIOR	0.- Cap
	3.- Lleu
	5.- Moderat
	7.- Intens
1.3.5.- PERFIL DE LA FULLA	1.- Concava
	2.- Xata
	3.- Convexa
1.3.6.- TIPUS DE FULLA	1.- Sancera
	2.- Dividida
1.3.7.- FORMA DE LA FULLA	1.- Oblonga el.líptica
	2.- El.líptica
	3.- Ampla el.líptica
	4.- Orbicular
	5.- El.líptica transversa
	6.- Ampla el.líptica transversa
	7.- Obovada
	8.- Espatulada
	9.- Triangular
	99.- Altra
1.3.7.2.- MARGE DE LA FULLA	1.- Sancera
	2.- Crenada
	3.- Dentada
	4.- Doble dentada
	5.- Setosa dentada
	6.- Aserrada
	7.- Doble aserrada
	8.- Irregularment dentada
	9.- Mossegada
1.3.8.- PROFUNDITAT DE LES DIVISIONS	3.- Pinnatilobulada (fins 1/3)
	5.- Pinnatifida (fins 1/2)
	7.- Pinnatipartida (fins 2/3)
	9.- Pinnatisecta (més de 2/3)
1.3.9.- FORMA DE L'ÀPEX	1.- Truncada
	2.- Redona
	3.- Obtusa
	4.- Subaguda
	5.- Mugronada
	9.- Altra
1.3.10.- FORMA DE LA BASE DE LA FULLA	1.- Curta atenuada
	2.- Mitja atenuada
	3.- Llarga atenuada
1.3.11.- BLISTERING	0.- Cap
	3.- Suau
	5.- Moderat
	7.- Intens

1.4.- COGOLL	1.4.1.- FORMACIÓ COGOLLO	0.- Ausents 1.- Present
	1.4.2.- TAMANY DEL COGOLLO (ø horitzontal a maduració)	3.- Xicotet (< 25 cm) 5.- Mitjà (25-40 cm) 7.- Gran (> 40 cm)
	1.4.4.1.- FORMA SECCIÓ VERTICAL	1.- Oblonga el.líptica 2.- El.líptica 3.- Ampla el.líptica 4.- Orbicular 5.- El.líptica transversa 9.- Altra
		
	1.4.4.2.- SOLAP DE FULLES	0.- Cap 3.- Parcial 5.- Mig 7.- Complet
		
	1.4.4.3.- FERMESA	3.- Baixa 5.- Mitja 7.- Alta
1.6.- FLOR I INFLORESCÈNCIA	1.6.1.- COLOR DE LES LÍGULES	3.- Groc pàlid 5.- Groc 7.- Groc obscur 99.- Altre
	1.6.2.1.- PATRÓ DISTRIBUCIÓ D'ANTOCIANINES PART INFERIOR LIGULES	0.- Ausent 1.- A taques 2.- Al marge 3.- Difuses en superfície 99.- Altre
	1.6.2.2.- INTENSITAT COLORACIÓ ANTOCIANINES	3.- Suau 5.- Moderada 7.- Intensa
	1.6.3.- MARGE DE LES LÍGULES	3.- Suau (< 1 mm) 5.- Mitja (1 - 2 mm) 7.- Profunda (> 2mm)
	1.6.4.- ANTOCIANINA EN EL TUBO DE LA ANTERA	1.- Ausent 2.- Present
	1.6.5.- N° DE LIGULES EN EL CAP	3.- Baix < 12 5.- Mig 12-20 7.- Alt >20
	1.6.6.- DISTRIBUCIÓ ANTOCIANINES EN BRACTEES	0.- Ausent 1.- A taques 2.- Al marge 3.- Difuses en superfície 99.- Altre
	1.6.8.- POSICIÓ BRACTEES INVOLUCRUM	1.- Erectes 2.- Reflected 99.- Altre
	1.6.9.- INTENSITAT RAMIFICACIÓ	3.- Baixa < 12 5.- Mitja 12-20 7.- Alta > 20
	1.7.1.- COLOR AQUENI	1.- Blanc 2.- Blanc grisós 3.- Crema 4.- Granate 5.- Marró 6.- Gris 7.- Negre 99.- Altre
	1.7.2.- FORMA ESQUEMÀTICA	1.- Ovada 2.- Obovada 3.- Elíptica 99.- Altre
1.7.- FRUIT		